

**Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт

з дисципліни "Органічна хімія»

*(для студентів 1-2 курсів денної форми навчання напряму
6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування”),*

з дисципліни "ХІМІЯ." Модуль 2 "Органічна хімія"

*(для студентів 1-3 курсів заочної форми навчання напряму
6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування”, для студентів 1 – 2 курсів денної та 1 – 3 курсів
заочної форм навчання напряму 6.060103 – “Гідротехніка (водні ресурси)”),
з дисципліни "ХІМІЯ"*

*(для студентів 1 – 2 курсів денної та 1 – 3 курсів заочної форм навчання
напрямів 6.060101 – “Будівництво”, 6.070101 – “Транспортні технології (за
видами транспорту)”, 6.030601 – “Менеджмент”)*

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Органічна хімія» (для студентів 1-2 курсів денної форми навчання напряму 6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”), з дисципліни "Хімія." Модуль 2 "Органічна хімія" (для студентів 1-3 курсів заочної форми навчання напряму 6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”, для студентів 1 – 2 курсів денної та 1 – 3 курсів заочної форм навчання напряму 6.060103 – “Гідротехніка (водні ресурси)”), з дисципліни "Хімія" (для студентів 1 – 2 курсів денної та 1 – 3 курсів заочної форм навчання напрямів 6.060101 – “Будівництво”, 6.070101 – “Транспортні технології (за видами транспорту)”, 6.030601 – “Менеджмент”) /Укл. Ігнатов І.І., Мураєва О.О., Мокрицька Н.В., Нат Т.П., Нестеренко С.В., Зайцева І.С. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 78с.

Укладачі: І.І. Ігнатов,
 О.О. Мураєва,
 Н.В. Мокрицька,
 Т.П. Нат,
 С.В. Нестеренко,
 І.С. Зайцева

Рецензент: доц., к.х.н., Т.Д. Панайотова

Рекомендовано кафедрою хімії, протокол № 5 від 24.12.08.

ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Ці методичні вказівки призначені для студентів, які вивчають курс органічної хімії. В основу методичних вказівок покладено лекційний курс з органічної хімії.

Органічна хімія – одна з найважливіших природознавчих наук, теоретичні дослідження і практичні результати якої проникли абсолютно в усі сфери людської діяльності. Немає галузі народного господарства, не пов'язаної так або інакше з органічною хімією. Тому досягнення свідомого опанування теоретичних основ органічної хімії та формування діалектичного погляду на її вивчення і зв'язок з іншими предметами є метою курсу органічної хімії. Методичні вказівки містять лабораторні роботи, самостійні завдання та вправи. Мета лабораторних робіт – навчити студентів виконувати нескладні синтези органічних речовин, ознайомити з головними методами їх виділення, очищення та ідентифікації, дати уявлення про якісний та кількісний аналіз органічних сполук, способи їх добування та властивості.

Перед кожною лабораторною роботою містяться вправи для самостійного виконання, які сприяють усвідомленому засвоєнню знань.

Лабораторний хімічний посуд та прилади

У хімічних лабораторіях часто застосовують посуд, виготовлений із спеціального термостійкого скла, яке є також кислотостійким та лугостійким.

Хімічні склянки бувають різної ємкості (від 50 до 1000 мл) і використовуються для допоміжних робіт з водними розчинами та органічними рідинами.

Колби – головний лабораторний посуд для проведення органічного синтезу. Вони бувають круглодонні (а), плоскодонні (б) конічні (д) та інші (рис.1)

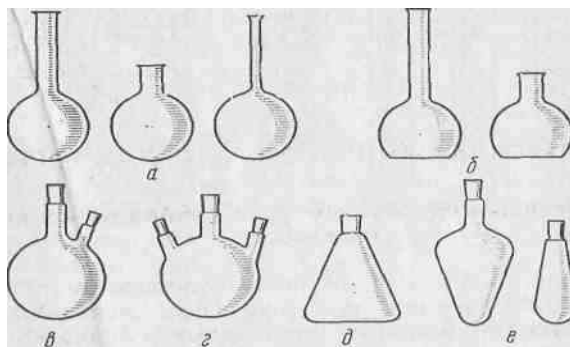


Рис.1 – Колби: :

а - круглодонні; б — плоскодонні; в — двогорла; г — тригорла;
д — конічна; е — грушеподібні

Плоскодонні й конічні колби найчастіше використовують як приймальні ємкості під час перегонки рідин, для кристалізації та приготування розчинів. Їх не можна використовувати для нагрівання рідин до високої температури та при вакуум – перегонці. Для перегонки застосовують круглодонні колби, які можуть бути широко -, вузько -, довго - та короткогорлими, дво,- тригорлими, тощо.

Круглодонні колби, що мають відвідну трубку називаються колбами Вюрца (рис.2). Їх використовують для перегонки рідин за умов атмосферного тиску.

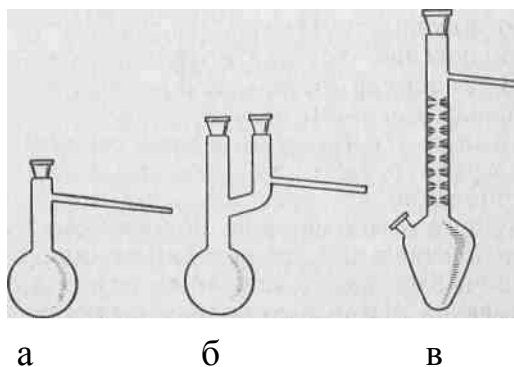


Рис. 2 – Колби для перегонки: а — колба Вюрца; б — колба Кляйзена;
в — колба Фаворського з дефлегматором

Холодильники (рис.3) застосовують для охолодження та конденсації пари, що утворюється при кипінні органічних рідин. Найбільш простий холодильник (повітряний) являє собою довгу скляну трубку. Він використовується при перегонці висококиплячих рідин. При перегонці низькокиплячих рідин застосову-

ють холодильник Лібіха, який складається із скляної трубки, що впаяна в іншу трубку, ширшу за розмірами. Зовнішня трубка холодильника (оболонка) має два патрубки, до яких приєднують гумові трубки. Одну з них під'єднують до водопровідного крану (водоохолодження), а з другої до раковини стікає нагріта вода. Холодильник Лібіха може бути таким, що сходить донизу, або зворотним. У лабораторіях також використовують інші види холодильників – кулькові, змійовикові, тощо. Охолоджувальна здатність цих холодильників вища.

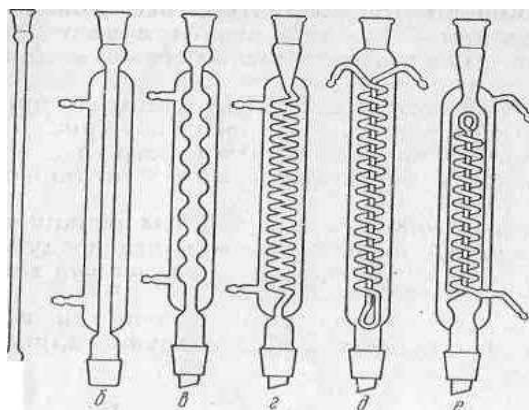


Рис. 3 – Холодильники: а-повітряний; б- Лібіха; в - е - оборотні шарикові.

Краплинні лійки використовують для повільного додавання реагенту до реакційної суміші при здійсненні органічного синтезу. Краплинні лійки бувають з циліндричними, кулькоподібними чи грушоподібними ємкостями з довгими трубками й краном (рис.4).

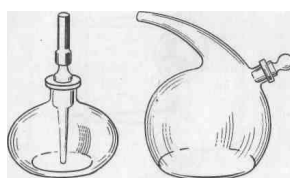


Рис. 4 – Краплинні лійки.

Ділильні лійки використовують для розділення рідин, що не змішуються, та екстракції (рис.5).

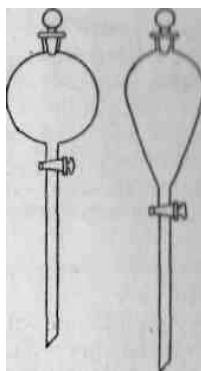


Рис. 5 – Ділильні лійки.

Дефлегматори використовують для більш ретельної фракційної перегонки (рис. 6). У верхній отвір вставляють термометр, а боковий патрубок з'єднують з холодительником.

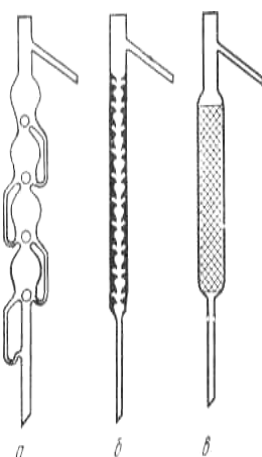


Рис.6 – Дефлегматор: а- шариковий; б – ялинковий; в- з насадкою.

Трубки, заповнені CaCl_2 (**хлоркальцієві трубки**), використовують для захисту реакційної суміші або однієї з реагуючих речовин від вологи повітря.

Бані (рис.7) (водяні, пісчані, масляні, повітряні) забезпечують рівномірне і безпечне нагрівання, запобігають перегріву реакційної суміші. Водяні бані використовують при нагріванні речовин до 100°C , масляні – до 150°C , електричні повітряні – до 250°C , пісчані – до 400°C .



а



б

Рис.7 – Бані: а - водяна; б – водяна з електронагрівом.

Пароутворювач (рис. 8) використовують, як джерело пари для перегонки з водяною парою та для нагріву водяних бань. Він являє собою металевий бак зі скляною трубкою, зануреною майже до його дна. Трубка захищає від різкого підвищення тиску при інтенсивному водонагріванні.

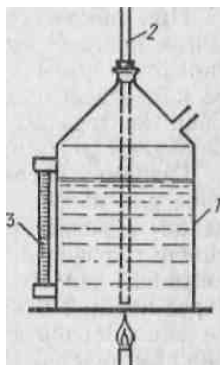


Рис. 8 – Пароутворювач: 1- корпус; 2- скляна трубка; 3 - водомірне скло.

Форштоси – це спеціальні насадки для колб, бувають різних видів (рис.9). Їх часто використовують як насадки для одnogорлих колб, призначених для проведення декількох операцій одночасно (наприклад, нагрівання із зворотним холодильником, перемішування, додавання реагенту в реакційну суміш тощо).

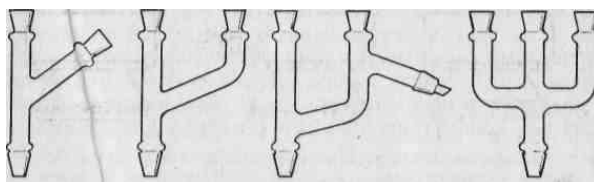


Рис. 9 – Форштоси

Лабораторна робота №1

Методи очищення та виділення органічних сполук

Отримані за допомогою органічного синтезу речовини, як правило, містять домішки вихідних і побічних сполук, розчинники тощо. Для їх очищення та виділення застосовують багато методів, різноманітність яких залежить від агрегатного стану отриманої органічної речовини.

1.1. Самостійна підготовка

Проробити наступні розділи: Очищення органічних речовин : фільтрування, кристалізація, проста і фракційна перегонка, сублімація, екстракція. Основні сировинні джерела добування органічних речовин. Особливості органічних сполук. Теорія органічних сполук А.М. Бутлерова. Ізомерія.

Виконати вправи

1. Знайдіть емпіричну формулу сполуки складу, % : С-58,5; Н-4,4; N-11,4; залишок –кисень.
2. Вивести молекулярну формулу сполуки складу, % :С-85,7; Н-14,3. Густина за воднем $D = 14$.
3. Напишіть можливі структурні формули сполук з молекулярними формулами: C_3H_8 ; C_3H_8O ; C_3H_9N .

1.2. Робота в лабораторії

Методи очищення органічних речовин

Дослід 1. Кристалізація

Кристалізація –це процес утворення кристалів із розчинів, розплавів або газового середовища. Цим методом очищують кристалічні речовини. Він базується на різній розчинності органічних речовин та їх домішок у воді або іншому розчиннику за різних температур.

У склянку ємкістю 50-100 мл кладуть невелику кількість забрудненої кристалічної речовини і додають воду в такій кількості, щоб отримати при нагріванні насичений розчин цієї речовини, наприклад, 1г бензойної кислоти і 50 мл води; 2 г щавлевої кислоти і 5 мл води. Отриманий розчин бензойної або щавлевої кислоти (ще гарячий) швидко фільтрують крізь маленький фільтр. Одну частину гарячого розчину наливають у пробірку і швидко занурюють у холодну воду. Другу частину фільтрату залишають охолоджуватися повільно (20-30 хвилин). Бензойна або щавлева кислота випадають з розчину у вигляді кристалів.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, відмічають різницю в розмірах кристалів, що утворилися при швидкому й повільному охолодженні розчинів.

Дослід 2. Сублімація (дослід виконують у витяжній шафі!!).

Сублімація або возгонка пов'язані з переходом кристалічної речовини, нагрітої нижче її температури плавлення, до пароподібної фази (минуючи рідку фазу) і далі після охолодження – знову до твердого стану.

У склянку об'ємом 100 мл насипають речовину, яку будуть сублімувати (нафталін, бензойна кислота, тощо), у такій кількості, щоб висота шару була не менша 0,5 см.

Накривають склянку годинниковим склом або круглодонною колбою, попередньо заповненою водою, і обережно починають нагрівати до появи пари сублімованої речовини. Після цього нагрівання припиняють і залишають склянку охолоджуватися до припинення випаровування (сублімації). Спостереження і висновки занотовують до лабораторного журналу.

Дослід 3. Екстракція (виділення)

Екстракція (виділення) ґрунтується на різній розчинності речовин у двох рідинах, що не змішуються. У пробірку кладуть 0,15 г бензойнокислого натру, наливають 1,5 мл води і збовтують суміш до розчинення кристалів солі. Після цього додають до розчину 2-3 краплі концентрованої хлороводневої кислоти – утворюється осад бензойної кислоти. Пробірку охолоджують у холодній воді, додають 2,5 мл ефіру, закривають пробкою і обережно збовтують до зникнення осаду. Дають відстоятися до чіткого розшарування рідин. При цьому утворюються два шари рідини: нижній шар вода, верхній – розчин бензойної кислоти в ефірі. Далі занурюють до дна пробірки піпетку з вузьким кінчиком, затиснувши її зверху вказівним пальцем; пробірку при цьому тримають другою рукою на рівні очей. При послабленні натискання піпетка, внаслідок гідростатичного тиску, починає поступово заповнюватися рідиною нижнього (водяного) шару. Коли

весь нижній шар буде відібраний, знову щільно затискують піпетку і виймають її. Відібраний водяний розчин відкидають. Ефірний розчин бензойної кислоти, що залишився в пробірці, виливають у фарфорову чашку і обережно випарюють ефір на водяній бані (**якнайдалі від вогню!!**). У чашці залишаються кристали бензойної кислоти, що була екстрагована ефіром з водяного розчину.

Спостереження і висновки занотують до лабораторного журналу.

Контрольні запитання

1. Які особливості органічних сполук?
2. Поясніть, для яких речовин можна використовувати метод кристалізації та сублімації для очищення від домішок.
3. У чому суть очищення органічних речовин методом перегонки та екстракції?
4. Наведіть основні положення теорії хімічної будови органічних сполук А.М. Бутлерова?

Лабораторна робота № 2

Якісний та кількісний аналіз органічних сполук, визначення їх найважливіших констант

2.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: якісний та кількісний методи аналізу органічних сполук. Природа зв'язку в органічних сполуках. Уявлення про sp^3 , sp^2 , sp – гібридизацію орбіталей атома вуглецю. Механізм хімічних реакцій органічних сполук. Класифікація органічних сполук.

Виконати вправи

1. Наведіть структурні формули ізомерів пентану (C_5H_{12}).
2. Зобразіть типи гібридизації орбіталей атома вуглецю й відповідні їм кути між зв'язками вуглецевих атомів для ординарних, подвійних і потрійних ковалентних зв'язків.

2.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Встановлення наявності вуглецю і водню в органічних сполуках

У ступці або на годинниковому склі ретельно змішують 1-2 г заздалегідь висушеного оксиду міді з 0,3-0,4 г крохмалю або цукру (або іншої органічної речовини). Отриману суміш переносять до сухої пробірки і зверху присипають невеликою кількістю оксиду міді. Пробірку закривають пробкою з газовідвідною трубкою і закріплюють у штативі під невеликим кутом (майже горизонтально). Кінець трубки занурюють до іншої пробірки, у яку заздалегідь наливають 3-4 мл прозорого розчину гідроксиду кальцію або барію.

Пробірку з сумішшю нагрівають у полум'ї пальника спочатку обережно, а потім сильніше. Про присутність водню в органічній речовині свідчить поява крапель води на стінках пробірки і трубки, а вуглецю – утворення вуглекислого газу та помутніння розчину гідроксиду кальцію (барію), внаслідок утворення осаду карбонату кальцію (барію).

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 2. Встановлення присутності галогенів в органічних речовинах

Мідну проволочку, один кінець якої загнутий кільцем, а другий запаятий у скляну паличку, прокалюють у полум'ї пальника до отримання безбарвного кольору полум'я та почорніння проволочки. Для забезпечення чистоти проволочки перед початком дослідів її можна змочити хлороводною кислотою і прокалити. Після цього проволочку дають охолонути, а потім змащують загнутий в кільце кінець органічною речовиною, що містить галоген (хлорбензол, хлороцтова кислота, йодоформ тощо) й знову вводять у найбільш гарячу верхню частину полум'я пальника. Якщо до складу органічної речовини входить галоген,

то полум'я забарвлюється, внаслідок утворення летких при високих температурах галоїдних солей міді.

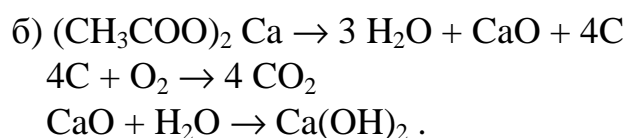
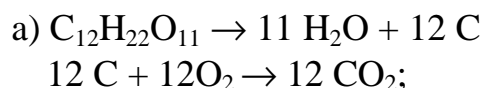
До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 3. Відношення органічних речовин до прокалювання

До одного невеликого порцелянового тигля насипають 0,2-0,3 г будь-якої кристалічної органічної речовини (глюкози, крохмалю, оцтовокислого кальцію або натру, тощо), в інший – таку ж кількість неорганічної речовини (хлориду кальцію або натру). Обидва тиглі ставлять на сітку штативу і одночасно нагрівають у витяжній шафі у полум'ї пальника, спочатку обережно, потім сильніше.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Примітка. При прокалюванні органічної речовини, що не містить металів, вона випаровується або розкладається з виділенням кінцевих продуктів (води та вуглецевого газу). Солі ж органічних кислот, що містять метали, при прокалюванні після вигорання вуглецю дають нелеткі оксиди або карбонати цих металів. Наприклад, кінцеві продукти при прокалюванні цукру та оцтового кальцію будуть такі:



Після того, як тиглі з прокаленими речовинами охолонуть, наливають 2-3 мл дистильованої води, ретельно перемішують скляною паличкою і додають краплю розчину фенолфталеїну. Занотовують спостереження, висновки.

Дослід 4. Визначення температури плавлення органічних сполук

Температуру плавлення органічних сполук визначають за допомогою капілярів. Речовину (нафталін, бензойна кислота або інша хімічно чиста речовина) висушують, подрібнюють і вводять до капіляру, для чого відкритим кінцем набирають її невелику кількість і, постукуючи, переміщують у запаяний кінець

капіляру. Так повторюють до отримання на дні капіляру стовпчика речовини висотою 2-3 мм. Капіляр з речовиною закріплюють на термометрі за допомогою кільця, вирізаного з гумової трубки, таким чином щоб стовпчик речовини знаходився на рівні середини ртутного резервуару термометра. Термометр з капіляром вставляють у чисту суху пробірку (на відстані 0,5-1 см вище дна) за допомогою пробки з отвором. Пробірку з термометром закріплюють вертикально в лапці штативу і підводять під неї склянку з водою, якщо температура плавлення досліджуваної речовини не вище 100 °С. Склянка повинна знаходитися на вкритому азбестовою сіткою кільці штативу. Рівень води у склянці повинен бути вищим за верх ртутного резервуару термометра у пробірці, а пробірка – вищою за дно склянки не менше ніж на 1 см.

Зібраний прилад повільно нагрівають на слабкому вогні пальника, перемішуючи паличкою воду в стакані. Спостерігають за підвищенням температури і станом стовпчика досліджуваної речовини в капілярі (зміна кольору, злипання, намокання). Коли стовпчик речовини почне помітно спадати й мокнути, нагрівання припиняють. Початком плавлення вважають появу першої рідкої краплини в капілярі, а закінченням – зникнення останніх кристалів.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Контрольні запитання

1. Як визначають вміст в органічних сполуках вуглецю, водню, галогенів і азоту?
2. Дайте визначення, що таке σ - і π -зв'язки.
3. Що таке конформація? Які конформації етану Ви знаєте?
4. Класифікація органічних сполук.

Лабораторна робота № 3

Насичені вуглеводні – алкани

3.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: гомологічний ряд алканів; ізомерія та номенклатура. Способи добування, властивості. Природні джерела алканів.

Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів гексану і дайте їм назву за раціональною та систематичною номенклатурами.
2. Складіть структурні формули для таких вуглеводнів: а) диметилізопропілметан; б) метилетилвтор.-бутилметан; в) 2,3-диетилгексан. Дайте назву за іншою номенклатурою.
3. Напишіть структурну формулу 2,2-диметилбутану і назвіть його за раціональною номенклатурою.
4. З яких галоїдних алкілів за реакцією Вюрца можна отримати 2-метилгексан?
5. Скільки грамів вуглекислого газу і води можна добути при спалюванні 0,2340 г вуглеводню складу $C_{10}H_{22}$?
6. Які вуглеводні утворюються при дії металевого натру на сполуки:
а) йодистий метил і йодистий етил; б) бромметан і 2-хлорпропан?
7. Виведіть структурні формули ізомерів бутилу.

3.2. Робота в лабораторії

Добування метану і вивчення його властивостей

Дослід 1. Добування метану, бромовання, окислення, горіння

а) добування метану – синтез Дюма.

У ступці розтирають ≈ 2 г безводного ацетату натрію (CH_3COONa) з подвійною кількістю натронного вапна (суміш $NaOH + CaO$), переносять у суху пробірку і закривають пробкою з газовідвідною трубкою. Пробірку закріплю-

ють майже горизонтально у штативі. Суміш у пробірці розподіляють по стінці рівномірним шаром.

б) вивчення властивостей метану – окислення, бромовання, горіння.

Для вивчення дії галогенів і окислювачів за звичайних умов, а також горіння (окислення при високій температурі) роблять таким чином: в одну пробірку-приймач наливають 1-2 мл розчину перманганату калію і 0,5 мл 3%-вого розчину сірчаної кислоти; в другу пробірку - приймач – 1-2 мл бромної води.

Після цього починають нагрівати пробірку з реакційною сумішшю в полум'ї пальника (спочатку обережно, а потім сильніше). З газовідвідної трубки спочатку виділяється, витиснуто утвореним метаном, повітря, а потім - метан. Кінець газовідвідної трубки, з якої виходить метан, по черзі занурюють в першу й другу пробірку-приймачі. Не припиняючи нагрівання суміші в пробірці, підпалюють газоподібний метан, що утворився, біля кінця газовідвідної трубки.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 2. Окислення та бромовання рідких насичених вуглеводнів

Як рідкі алкани можна використати бензин, що являє собою суміш насичених вуглеводнів ($C_5 - C_{10}$), циклоalkanів, алкілбензолів і деяку кількість (в крекінг-бензинах значну) ненасичених вуглеводнів. *Перед початком дослідження ненасичені вуглеводні повинні бути вилучені з бензину відповідною обробкою (див. Доповнення для лаборанта).*

Проведення дослідження. В одній пробірці змішують 3-4 краплі бензину (або іншого рідкого алкану) з 1-2 краплями бромної води, у другій - таку ж кількість бензину або рідкого алкану з 2-3 краплями, заздалегідь підкисленого 3%-вим розчином сірчаної кислоти, перманганатом калію.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть найпоширеніші синтетичні способи добування алканів.
2. Наведіть приклади реакцій утворення галогенопохідних алканів.
3. Що таке гомологічний ряд, гомологічна різниця?
4. Як утворюються одновалентні радикали?
5. Який тип зв'язку в етані? Яка довжина та енергія C-C зв'язку?

Лабораторна робота № 4

Ненасичені вуглеводні – алкени, алкіни

4.1. Самостійна підготовка

Проробити наступні розділи: Алкени. Гомологічний ряд. Ізомерія та номенклатура. Природа π -зв'язку. Природні джерела алкенів і засоби їх добування. Властивості алкенів. Якісні реакції на подвійний зв'язок. Реакції полімеризації. Ацетиленові вуглеводні - алкіни. Гомологічний ряд. Будова, ізомерія, номенклатура. Способи добування. Властивості. Дієнові вуглеводні. Натуральний та синтетичний каучук.

Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів вуглеводню C_5H_{10} та назвіть їх за раціональною та систематичною номенклатурами.
2. При нагріванні 3-бром,2-метилпентану в присутності спиртового розчину лугу було отримано ненасичений вуглеводень. Напишіть рівняння реакції, дайте назву добутому вуглеводню за раціональною та систематичною номенклатурами.
3. Розрахуйте молекулярну масу алкenu, якщо до 7 г його приєднується 16 г бром у за подвійним зв'язком.

4. Який вуглеводень утворюється, якщо спочатку на метилетилен подіяти бромом, а потім цю сполуку обробити спиртовим розчином лугу? Напишіть відповідні реакції.
5. Якою реакцією можна відрізнити ізопропілацетилен від метилетилацетилену?
6. Напишіть структурну формулу 1,3-гексадієну і подійте на нього: а) Cl_2 ; б) HBr .
7. Наведіть схему циклічної полімеризації пропіну.

4.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Добування та вивчення властивостей етилену

Добування етилену. Добування етилену здійснюють методом дегідrataції етилового спирту. У пробірці змішують 1 мл етилового спирту і (**обережно**) 3 мл концентрованої сірчаної кислоти та невелику кількість піску; пробірку закріплюють майже горизонтально у штативі. Закривають пробкою з газовідвідною трубкою і (**обережно!**) нагрівають суміш у полум'ї пальника. Виділений газ підпалюють (рівняння реакції). Далі добутий газ використовують у подальших дослідках.

Дослід 2. Хімічні властивості алкенів - якісні реакції

на подвійний зв'язок

а) Окислення етилену перманганатом калію в нейтральному середовищі (реакція Вагнера). Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1), занурюють кінець газовідвідної трубки в іншу пробірку, до якої налить 5 краплин 0,1 Н розчину перманганату калію.

Примітка. У результаті реакції розчин перманганату калію знебарвлюється при нестачі KMnO_4 , або стає бурим за рахунок утворення осаду MnO_2 , якщо був надлишок KMnO_4).

б) Окислення етилену перманганатом калію в кислому середовищі.

Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1), занурюють кінець газовідвідної трубки в пробірку з 0,01% - вим розчином $KMnO_4$, підкисленим сірчаною кислотою до повного знебарвлення.

в) Бромовання етилену – реакція приєднання. Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1а), занурюють кінець газовідвідної трубки в пробірку з 5 краплинами бромної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3. Взаємодія рідких алкенів з галогенами та окислювачами

а) Бромовання рідких алкенів. У пробірці змішують 5-6 краплин рідких алкенів з 1-2 краплинами бромної води (насичений розчин), вміст пробірки перемішують скляною паличкою. Якщо жовтий колір розчину не зникає, то пробірку нагрівають у полум'ї пальника.

б) Окислення рідких алкенів (реакція Вагнера)

У пробірці змішують 3-4 краплини рідких алкенів з 2-3 краплинами 0,1 Н розчину перманганату калію, вміст збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 4. Добування та вивчення властивостей алкінів

а) Добування ацетилену (дослід треба проводити у витяжній шафі, бо неочищений ацетилен, здобутий з карбіду кальцію, містить шкідливі речовини з брудним запахом!!).

Суху пробірку майже горизонтально закріплюють у штативі. До пробірки кладуть маленький шматочок карбіду кальцію, додають 2-3 краплини води і затикають пробкою з газовідвідною трубкою.

Газ, що виділяється з газовідвідної трубки, підпалюють.

Добутий ацетилен використовують у подальших дослідах (4 б-в, 5).

б) Бромовання ацетилену. Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 4 а) занурюють у пробірку з 4-5 краплями бромної води.

в) Окислення ацетилену. Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 4 а) занурюють у пробірку, до якої попередньо було налито по 3-4 краплі перманганату калію і розведеної сірчаної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 5. Утворення ацетиленіду срібла.

У пробірку вміщують 3 краплини 0,2 Н розчину нітрату срібла і додають 1 краплину концентрованого розчину аміаку. Утворюється бурий осад гідроксиду срібла. При додаванні ще 2-3 краплин розчину аміаку осад розчиняється з утворенням аміачного розчину оксиду срібла. Крізь цей розчин пропускають ацетилен. У пробірці утворюється розчин ацетиленіду срібла.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення для алканів, алкенів та алкінів.
2. Назвіть якісні реакції на подвійний зв'язок.
3. Якою якісною реакцією можна відрізнити метилацетилен від метилетилацетилену?
4. Яке практичне значення мають алкадієни із сполученими подвійними зв'язками?
5. Поясніть ланцюговий механізм реакції полімеризації.

Лабораторна робота № 5

Спирти і прості етери

5.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Гомологічний ряд насичених одноатомних спиртів. Класифікація. Ізомерія та номенклатура. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Прості етери. Номенклатура, добування, властивості. Двоатомні та триатомні спирти. Добування, властивості, використання в промисловості.

Виконати вправи

1. Виведіть ізомери амілового спирту складу $C_5H_{11}OH$ і дайте їм назву за систематичною, раціональною і карбінольною номенклатурами.
2. Напишіть структурні формули наступних спиртів: а) триметилкарбінол; б) 2-метилгексанол-1; в) метилетилізопропілкарбінол; г) гептанол -3.
3. Із ізопропілкарбінолу отримайте: а) алкоголят натрію; б) галогенпохідне; в) простий етер; г) складний естер. Назвіть усі речовини.
4. Напишіть рівняння реакцій окислення спиртів: а) ізобутилового спирту; б) диметилкарбінолу; в) етиленгліколю; г) 2,3-метилетилгексанолу-1.
5. Напишіть можливі рівняння реакцій (залежно від температури і співвідношення компонентів), що протікають при нагріванні ізопропілового спирту з сірчаною кислотою.
6. Напишіть схему взаємодії етоксіетану з металічним натрієм (реакція Шоригіна).

5.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Розчинність спиртів.

У 3-4 пробірки вміщують по 2-3 краплини різних спиртів (етилового, бутилового, амілового тощо), додають до кожної дистильовану воду. До лабораторного журналу занотовують спостереження і

ВИСНОВКИ.

Дослід 2. Встановлення наявності води у спирті.

У суху пробірку вміщують невелику кількість кристалів безводного сульфату міді (кристали білого кольору) і додають 4-5 крапель етилового спирту. Суміш добре збовтують і трохи нагрівають. Якщо спирт не містить води, розчин залишається безбарвним, а якщо в спирті міститься вода, розчин набуває забарвлення.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Примітка. Безводний сульфат міді (готує лаборант) добувають нагріванням кристалогідрату сульфату міді $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ блакитного кольору в фарфоровій чашці або тиглі в полум'ї пальника з одночасним перемішуванням кристалів скляною паличкою. Нагрівання продовжують до повного знебарвлення кристалів і закінчення виділення водяної пари. Зневоднений сульфат міді зберігають у щільно закритій склянці в ексікаторі, щоб запобігти контакту з вологою повітря.

Дослід 3. Відношення індикаторів до спиртів

а) Випробування розчинів спиртів на лакмус. У водні розчини спиртів різної будови (1:1) занурюють лакмусовий папір. Занотовують спостереження (зміна кольору лакмусу).

б) Встановлення рН водних розчинів спиртів. У пробірку з водним розчином етилового спирту вміщують універсальний індикаторний папір. За шкалою знаходять рН водного розчину спирту. Роблять висновки про індивідуальні властивості спиртів.

Дослід 4. Утворення та гідроліз алкоголяту магнію

(дослід проводять у витяжній шафі!).

У пробірці змішують маленький шматочок металічного магнію і 1 мл етилового спирту. Пробірку закріплюють майже горизонтально в штативі. Закривають пробкою з газовідвідною трубкою і (**обережно!**) нагрівають суміш

полум'ям пальника. Виділений газ підпалюють. До утвореного алкоголяту магнію додають воду і 2-3 краплини фенолфталеїну. Пояснить зміну забарвлення. До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

Дослід 5. Добування гліцерату міді.

У пробірку наливають 1 мл 2Н розчину сульфату міді (II) і 1 мл 2Н розчину гідроксиду натрію. До осаду, що утворився, додають декілька крапель гліцерину.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

Дослід 6. Окислення спиртів.

У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сірчаної кислоти (2Н розчин) і 4 краплини біхромату калію. Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають у полум'ї пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Дослід 7. Добування діетилового етеру

У суху пробірку (**обережно по стінках!**) вміщують послідовно по 4 краплі етилового спирту і концентрованої сірчаної кислоти. Записують спостереження. Потім вміст пробірки (**обережно!!**) нагрівають у полум'ї пальника до побуріння розчину, після чого нагрівання припиняють. **Обережно** додають 4 краплі етилового спирту (**не нахилятись над пробіркою!**).

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Контрольні запитання

1. Опишіть промислові способи добування метилового і етилового спиртів, гліцерину.
2. Вкажіть за допомогою яких реакцій можна відрізнити первинні спирти від вторинних і третинних.
3. Як складаються назви спиртів за систематичною і карбінольною номенклатурами?
4. Якими реакціями можна виявити наявність гідроксильної групи у спирті?
5. Сформулюйте правило Ельтекова на прикладі ізомеризації вінілового спирту.
6. За допомогою якої реакції можна виявити гліцерин?

Лабораторна робота № 6

Альдегіди і кетони

6.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Будова, ізомерія та номенклатура альдегідів і кетонів. Природа карбонільної групи. Добування альдегідів, їх фізичні та хімічні властивості. Реакції з нуклеофільними реагентами, їх механізм: взаємодія з ціаністоводновою кислотою, гідросульфідом натрію, магнійгалогеналкілами, гідроксиламіном, фенілгідразином. Полімеризація та конденсація альдегідів. Якісні реакції на альдегіди. Кетони. Відмінність властивостей кетонів від альдегідів. Окремі представники альдегідів і кетонів, використання в органічному синтезі.

Виконати вправи

1. Напишіть усі можливі структурні формули альдегідів і кетонів складу $C_5H_{10}O$. Дайте їм назву за систематичною та раціональною номенклатурами.
2. Який альдегід і яким способом можна отримати з 2-метилпропанолу-1?
3. Напишіть рівняння реакцій окислення, альдольної конденсації та взаємодії з воднем масляного альдегіду.
4. Напишіть рівняння реакцій взаємодії пропіонового альдегіду з: а) гідросульфідом натрію; б) магнійїодметилом; в) ціаністоводновою кислотою; г) фенілгідразином.
5. Напишіть рівняння реакцій добування метилетилкетону : а) з вторинного спирту; б) реакцією Кучерова.
6. Напишіть рівняння реакцій приєднання водню до: а) ізомасляного альдегіду (2-метилпропаналь); б) метилетилкетону. Назвіть отримані сполуки за раціональною та систематичною номенклатурами.

6.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Добування альдегідів із спиртів

а) У полум'ї пальника розжарюють спіраль з мідного дроту довжиною 3-4 см (**утримуючи її тигельними щипцями!**) до почервоніння, охолоджують її на повітрі. Процес розжарювання спіралі виконують декілька разів, перемежаючи його з процесом охолодження до моменту утворення на поверхні спіралі достатньо товстого шару оксиду міді чорного кольору.

Розжарену спіраль (після останнього нагрівання) швидко занурюють у пробірку із спиртом (**не нахилятись над пробіркою!**) і одразу нещільно закривають пробкою. При цьому спирт бурхливо закипає, з'являється запах альдегіду, змінюється колір мідної спіралі.

Примітка. Коли бурхливе кипіння спирту закінчиться, пробку вставляють щільніше й охолоджують пробірку в стакані з холодною водою. Після охо-

лодження спіраль виймають, а вміст пробірки переливають до іншої пробірки і додають до неї приблизно рівну кількість дистильованої води. Отриманий водно-спиртовий розчин оцтового альдегіду використовують для наступних дослідів.

б) До сухої пробірки вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сірчаної кислоти (2Н розчин) і 4 краплини біхромату калію. Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають у полум'ї пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Дослід 2. Якісні реакції альдегідів

а) **Реакція альдегідів з фуксинсірчистою кислотою.** До двох пробірок вміщують по 4 краплі фуксинсірчистої кислоти і додають до однієї з них 4 краплі 40%-ного розчину формальдегіду, а до другої – 8 – 10- крапель оцтового альдегіду, отриманого в досліді 1.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Примітка. Для приготування розчину фуксинсірчистої кислоти 0,2 г фуксину розчиняють у 200 мл дистильованої води і додають 2 г гідросульфїту натрію та 2 мл концентрованої хлороводневої кислоти. Якщо через 15-20 хв розчин не знебарвиться, додають трохи активованого вугілля, збовтують і фільтрують. Реактив зберігають у закритому посуді в темному місці.

б) **Реакція срібного дзеркала – окислення альдегідів аміачним розчином оксиду срібла.** До знежиреної розчином лугу і промитої спочатку холодною, а потім гарячою водою пробірку вміщують 4 краплі 0,2Н розчину нітрату срібла і 2 краплі 2Н розчину аміаку. Утворений бурий осад гідроксиду срібла розчиняють, додаючи надлишок (2-4 краплі) 2Н розчину аміаку. Потім додають

2 краплі 40%-вого розчину формальдегіду або оцтового альдегіду (отриманого в досліді 1) і обережно й повільно нагрівають пробірку у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження і висновки.

в) Окислення альдегідів гідроксидом міді. До пробірки вміщують 5 крапель 2Н розчину їдкого натру, додають 5 крапель дистильованої води і 3 краплі сульфату міді. До утвореного осаду гідроксиду міді додають 2 краплі 40% - вого розчину формальдегіду, збовтують. Верхній шар розчину нагрівають полум'ям пальника до кипіння, а нижній шар залишають для порівняння холодним.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3. Альдольна конденсація.

До пробірки вміщують послідовно по 4 краплі оцтового альдегіду (див. дослід 1) і 2М розчину їдкого натру. Обережно нагрівають пробірку полум'ям пальника. Рідина поступово буріє, з'являється різкий запах. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4. Якісна реакція на ацетон – взаємодія з нітропрусидом натрію

На предметне скло послідовно наносять 1 краплю 0,5Н розчину нітропрусиду натрію, 2 краплі води і 1 краплю водного розчину ацетону. При додаванні 1 краплі 2Н розчину їдкого натру суміш забарвлюється в червоний колір, який від додавання 1 краплі 2Н розчину оцтової кислоти набуває вишнево-червоного відтінку.

До лабораторного журналу занотовують спостереження.

Дослід 5. Реакція приєднання гідросульфїту натрію до ацетону

На предметне скло наносять 2 краплі насиченого розчину гідросульфїту натрію, додають 1 краплю ацетону і розмішують кінцем скляної палички. Невдов-

зі починає осаджуватися кристалічний осад гідросульфїтної похідної ацетону. Предметне скло переносять під мікроскоп і розглядають кристали. Далі до осаду додають 1 краплю розчину хлороводневої кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. Який механізм реакцій приєднання по карбонільній групі?
2. Чим відрізняється електронна структура подвійного зв'язку в карбонільній групі від подвійного вуглець - вуглецевого зв'язку в етилені?
3. Які речовини (за класифікацією) отримують при взаємодії альдегідів та кетонів з воднем та окислювачами?
4. У чому відміна в хімічних властивостях альдегідів і кетонів?
5. Які типи конденсації альдегідів Ви знаєте?

Лабораторна робота № 7

Одноосновні карбонові кислоти

7.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Ізомерія та номенклатура одноосновних карбонових кислот. Будова карбоксильної групи. Добування та властивості насичених одноосновних кислот. Вищі жирні насичені й ненасичені карбонові кислоти. Будова, властивості, полімеризація. Особливості похідних кислот.

Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули таких кислот: метилетилоцтової, ізопропілоцтової, а-бромпропіонової. Дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. Напишіть рівняння реакцій перетворення первинного пропілового

спирту в масляну (бутанову) кислоту.

3. З якого йодистого алкілу можна отримати етилоцтову кислоту? Напишіть рівняння реакцій.

4. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кислоти з формулою $C_5H_{11}COOH$ і дайте їм назву за систематичною та раціональною номенклатурою.

5. Наведіть ряд перетворень з етиловим спиртом, як вихідною речовиною, діючи послідовно PCl_5 , KCN та водою.

7.1. Робота в лабораторії

Дослід 1. Розчинність у воді одноосновних карбонових кислот.

Дослід проводять послідовно з мурашиною, оцтовою, масляною, стеариною та іншими карбоновими кислотами.

В окремі пробірки вміщують по 5-6 крапель різних рідких кислот або по декілька кристалів твердих кислот. Додають до всіх пробірок по 10-12 крапель води і добре збовтують їх вміст. До лабораторного журналу занотовують спостереження.

Якщо будь-яка з вищезгаданих кислот не розчиняється, пробірку з нею нагрівають. Гарячі розчини кислот охолоджують і відмічають зміни, які в них мали місце.

Якщо якась кислота (наприклад, стеаринова) не розчинюється навіть при нагріванні, то до пробірки додають 5-6 крапель розведеного розчину лугу до повного розчинення кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій взаємодії кислоти з лугом і висновки.

Дослід 2. Кислотні властивості карбонових кислот.

а) До трьох пробірок вміщують по 2-4 краплі 0,1Н розчину оцтової кислоти. До першої додають 1 краплю метилоранжу, до другої - краплю 1%-

вого розчину фенолфталеїну; до третьої занурюють універсальний індикаторний папір і за шкалою визначають рН розчину оцтової кислоти.

б) До пробірки вміщують 2-4 краплі 0,1Н розчину оцтової кислоти і додають невеликий шматочок магнію. До отвору пробірки підносять запалену лучину.

в) До пробірки вміщують 3-4 краплі 0,1Н розчину оцтової кислоти і додають 0,1-0,2 г карбонату натрію. До отвору пробірки підносять запалену лучину.

г) До пробірки вміщують невелику кількість кристалів оцтовокислого натрію і додають 2-4 краплі розбавленої (2Н) сірчаної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3. Різниця в окислюваності мурашиної кислоти та її гомологів.

а) До одної пробірки вміщують декілька кристалів форміату натрію, додають 2 краплі 0,1Н розчину перманганату калію та 3 краплі 2Н розчину сірчаної кислоти. Отвір пробірки закривають пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють до іншої пробірки з баритовою водою (насичений розчин). Вміст першої пробірки нагрівають у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

б) Аналогічно проводять дослід з 0,1Н розчином оцтової кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження та висновки.

Дослід 4. Розкладання мурашиної кислоти при нагріванні з концентрованою сірчаною кислотою

У пробірку вміщують по 3 краплі мурашиної і концентрованої сірчаної кислот, **обережно** нагрівають суміш полум'ям пальника. Спостерігають інтенсивне виділення газу, який біля отвору пробірки підпалюють.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 5. Утворення й гідроліз оцтовокислого заліза

У пробірку вміщують декілька кристалів оцтовокислого натрію, 4 краплі води та 2 краплі 0,1Н розчину хлориду заліза. Відзначають зміну кольору розчину, після чого розчин нагрівають до кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 6. Визначення ненасиченості одноосновних карбонових кислот

До одної пробірки вміщують 2-4 краплі насиченого розчину бромної води, в другу - 2-4 краплі 0,1Н розчину перманганату калію та 1 краплю 2Н розчину сірчаної кислоти. В обидві пробірки додають по 2 краплі олеїнової кислоти і енергійно збовтують.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Контрольні запитання

1. У чому виявляються кислотні властивості карбонових кислот?
2. Які характерні властивості має мурашина кислота?
3. Як добувають ангідриди та хлорангідриди карбонових кислот?
4. Які речовини утворюються при гідруванні олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот?
5. За яких умов галоген заміщує гідроксогрупу в кислоті, а за яких – атом водню в алкільному радикалі? Наведіть приклади.
6. Поясніть, чому при вливанні розчину пальмітату натрію у воду випадає осад?
7. Чим можна пояснити кислотні (в порівнянні з спиртами) властивості карбонових кислот? Як розподіляється електронна густина в карбоксильній групі?

Лабораторна робота № 8

Двоосновні карбонові кислоти

8.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Будова та номенклатура двоосновних карбонових кислот. Особливості фізичних і хімічних властивостей. Окремі представники двоосновних насичених карбонових кислот, добування та використання. Штучне волокно. Двоосновні ненасичені кислоти. Добування, властивості, взаємні перетворення, просторова цис-і транс-ізомерія.

Виконати вправи

1. Наведіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна з етандіолу отримати щавлеву та етандикарбонову (янтарну) кислоти.
2. При розчиненні оксалату натрію у водопровідній воді спостерігається її замутнення. Чим це пояснити? Наведіть рівняння реакцій, що відбуваються за зазначених умов.
3. З оцтової кислоти отримайте малонову (метандикарбонову) кислоту.
4. Скільки літрів вуглекислого газу (н.у.) виділиться при окисленні 18 г безводної щавлевої кислоти?
5. Які речовини утворюються при гідролізі трет.-ізобутилмалонового ефіру? Дайте назву отриманим речовинам за систематичною та раціональною номенклатурами.
6. Напишіть схему взаємодії фумарової кислоти з розчином перманганату калію в кислому середовищі.

8.1. Робота в лабораторії

Дослід 1. Розчинність у воді двоосновних карбонових кислот

Декілька кристалів кожної з досліджуваних кислот (щавлева, янтарна, тощо) вміщують в окремі пробірки і додають по 5 крапель дистильованої води.

Для всіх паралельних проб необхідно брати однакові кількості кислоти і води. Вміст пробірок збовтують. Якщо кислота не розчинюється, пробірку нагрівають. Гарячі розчини охолоджують і відмічають осадження кристалів кислот, що розчинюються тільки при нагріванні.

До лабораторного журналу занотовують спостереження та висновки.

Дослід 2. Добування натрієвої солі щавлевої кислоти

До сухої пробірки вміщують декілька кристалів мурашинокислого натрію. Пробірку нагрівають полум'ям пальника. Розплавлена сіль розкладається з виділенням водню. Вміст пробірки охолоджують, додають 4-5 крапель води і трохи нагрівають для прискорення процесу розчинення утвореного оксалату натрію.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 3. Окислення щавлевої кислоти перманганатом калію

До пробірки вміщують 0,05-0,1 г щавлевої кислоти, додають 2 краплі 0,1Н розчину перманганату калію, 1 краплю 0,2Н розчину сірчаної кислоти та 3-4 краплі дистильованої води, збовтують і трохи нагрівають.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

Дослід 4. Розкладання щавлевої кислоти при нагріванні

Невелику кількість кристалічної щавлевої кислоти нагрівають у пробірці з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють у пробірку з баритовою або вапняною водою. При розкладанні щавлевої кислоти виділяється газ, що викликає помутніння баритової (вапняної) води. Витягнувши газовідвідну трубку з пробірки з баритовою водою, газ, що виділяється, підпалюють.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть найважливіших представників двоосновних насичених карбонових кислот.
2. Наведіть приклади відмінних властивостей двоосновних насичених карбонових кислот від одноосновних.
3. Які синтетичні способи добування насичених двоосновних кислот Вам відомі?
4. Яка різниця між властивостями ненасичених двоосновних кислот-фумарової та малеїнової?
5. Поняття про просторову цис-і-транс-ізомерію ненасичених двоосновних карбонових кислот. Наведіть приклади.
6. Чим пояснити легкість утворення п'яти- та шестичленних циклів при нагріванні янтарної та глутарової кислот?
7. Які речовини утворюються при нагріванні маленової та глутарової кислот?
8. Як змінюються кислотні властивості двоосновних карбонових кислот порівняно з одноосновними при тій же кількості атомів вуглецю?

Лабораторна робота № 9

Складні естери карбонових кислот

9.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Добування та властивості складних естерів – нижчих представників гомологічного ряду карбонових кислот. Складні естери багатоатомних спиртів. Жири й масла, їх склад і будова. Хімічні перетворення жирів (ліпідів). Мила. Миюча дія мил.

Виконати вправи

1. Напишіть реакції добування таких складних естерів: мурашинопро-

пілового, ізобутилацетату, маслянопропілового, триолеїну.

2. За допомогою яких реакцій, виходячи з ацетилену та використовуючи лише неорганічні сполуки, можна отримати етилацетат?

3. Напишіть схему лужного гідролізу олеопальмітиностеарину.

4. Напишіть рівняння реакції гідрування складного естеру гліцерину та лінолевої кислоти.

5. Напишіть схему гідролізу трипальмітину з наступною дією соди.

9.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Добування етилового естеру оцтової кислоти

а) Взаємодія оцтового ангідриду із спиртом. До пробірки вміщують 4-5 крапель 96%-вого етилового спирту. Поступово при збовтуванні та охолодженні додають 4-5 крапель оцтового ангідриду і згодом такий же об'єм дистильованої води. Отриману суміш обережно нейтралізують 2Н розчином гідроксиду натрію, перевіряючи середовище червоним лакмусовим папером. До лабораторного журналу занотовують спостереження (поява характерного запаху), рівняння реакції, висновки.

б) Реакція етерифікації. До сухої пробірки послідовно вміщують невелику кількість зневоднених кристалів ацетату натрію (висота шару кристалів має бути 1-1,5 мм), 3-4 краплі етилового спирту та 2 краплі концентрованої сірчаної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають у полум'ї пальника до появи запаху естеру.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій ацетату натрію з сірчаною кислотою, етилового спирту з сірчаною кислотою, етилсірчаної кислоти з оцтовою.

Дослід 2. Добування ізоамілового естеру оцтової кислоти (реакція естерифікації)

До сухо пробірки послідовно вміщують невелику кількість (товщина шару 1-2 мм) зневодненого ацетату натрію та по 3 краплі ізоамілового спирту та концентрованої сірчаної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають до побуріння розчину та появи запаху естеру.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3. Порівняння розчинності рослинних масел у рідких розчинниках. Екстрагування масел з фільтрувального паперу

Беруть 3-4 клаптики фільтрувального паперу (залежно від кількості розчинників) розміром 3,5 x 3,5 см і змочують центральну частину кожного папірця соняшниковою олією так, щоб утворилася масна пляма розміром близько 6 мм в діаметрі.

Беруть декілька капілярів, заповнюють їх різними розчинниками (етиловий спирт, бензол, бензин, тощо). Тримавши капіляр перпендикулярно до поверхні папірця, на масну пляму наносять розчинник таким чином, щоб утворилася пляма діаметром 18-20 мм. Повторюють ці дії з кожним розчинником. Дають усім розчинникам випаруватися. Якщо олія розчиняється у певному розчиннику то, після випарування останнього, у центрі залишиться кружальце чистого знежиреного паперу, внаслідок екстрагування розчинником олії з паперу, а олія, що залишилася, розташується на периферії плями у вигляді розпливчастих концентричних кіл.

Якщо розчинник погано або зовсім не розчиняє соняшкову олію (наприклад, спирт), то після випаровування розчинника масна пляма залишиться майже без змін - екстрагування олії не відбувається.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 4. Омилення жирів у водно-спиртовому розчині

У широку пробірку вміщують 2 г жиру (свинячий, баранячий, тощо) і додають 6 мл 15%-вого розчину лугу. Суміш перемішують скляною паличкою і нагрівають на водяній бані до початку кипіння. Омилення ведуть 3-5 хв., доки розчин не стане однорідним.

Для визначення кінця омилення декілька крапель нагрітої суміші відбирають у пробірку; додають 4-5 мл дистильованої води і нагрівають при збовтуванні в полум'ї пальника. Омилення можна вважати повним, коли суміш розчиняється у воді повністю, без виділення крапель жиру. За наявності крапель жиру суміш продовжують нагрівати на водяній бані ще деякий час.

До отриманої густої рідини додають 6-7 мл попередньо підігрітого насиченого розчину кухонної солі. Рідина мутніє і на поверхні утворюється шар мила. Пробірку охолоджують під струменем холодної води. Мило твердіє і його відокремлюють.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції омилення жиру (тристеарину) і висновки.

Дослід 5. Виділення жирних кислот з мила.

а) Готують концентрований розчин мила, для чого в пробірку вміщують 20-25г мила, додають 10 крапель води і старанно збовтують вміст пробірки 1-2 хв. Для кращого розчинення мила у воді, пробірку трохи нагрівають у полум'ї пальника і дають розчину охолонути.

б) До іншої пробірки вміщують 5 крапель отриманого розчину мила (дослід 5а), додають 1 краплю 2Н розчину сірчаної кислоти і кілька секунд нагрівають. Спливає білий маслянистий шар вільних жирних кислот, водний розчин освітлюється.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть найважливіші способи добування складних естерів.
2. Які умови необхідні для зміщення хімічної рівноваги реакції естерифікації в напрямку утворення складних естерів?
3. Які речовини утворюються при омиленні складного естеру їдким натром? Наведіть приклади.
4. Які речовини утворюються при омиленні твердих жирів їдкими натром і калієм?
5. Як здійснюється гідрогенізація рослинних масел?
6. Чому природна тверда вода знижує миючу дію мила?
7. Що таке висихання жирів? Які хімічні зміни здійснюються при цьому в жирах?

Лабораторна робота № 10

Оксикислоти та кетонוקислоти жирного ряду

10.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Класифікація та номенклатура оксикислот. Способи добування та властивості оксикислот. Особливості властивостей α - β - γ -оксикислот. Оптична ізомерія одноосновних і багатоосновних оксикислот. Кетонוקислоти. Синтези кетонів і кислот за допомогою ацетооцтового естеру.

Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакцій добування оксикислот, виходячи з оцтового та пропіонового альдегідів.
2. Напишіть рівняння реакцій взаємодії α -оксипропіонової кислоти з метанолом, їдким натром та оцтовою кислотою.
3. Напишіть рівняння реакції добування β -оксипропіонової кислоти з 1,3-пропандіолу.

4. Напишіть проєкційні формули оптичних ізомерів винних кислот.

10.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Якісні реакції α -оксикислот з хлорним залізом (III)

У сухій пробірці змішують 3 краплі 0,2 Н розчину нітрату срібла і 1 краплю концентрованого розчину аміаку. Утворюється бурий осад гідроксиду срібла. При додаванні надлишку розчину аміаку осад розчинюється внаслідок утворення комплексної сполуки срібла з аміаком. Використовуючи прилад для добування ацетилену (див. дослід 3а), барботують добутий ацетилен крізь аміачний розчин гідроксиду срібла.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 2. Розкладення α -оксикислоти сірчаною кислотою

а) До пробірки послідовно вміщують 1 мл (8 крапель) молочної кислоти і 1 мл концентрованої сірчаної кислоти (**обережно!**). Пробірку закріплюють під невеликим кутом у штативі, затуляють газовідвідною трубкою і обережно нагрівають до кипіння. Газ, що виділяється, підпалюють.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції розкладання молочної кислоти, враховуючи при цьому, що α -оксикислоти розкладаються на відповідний альдегід (або кетон) та мурашину кислоту, яка, у свою чергу, розкладається до оксиду карбону.

б) До пробірки послідовно вміщують по 8 крапель молочної кислоти та води, а також 4 краплі концентрованої сірчаної кислоти. Пробірку затуляють газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють у пробірку, яка містить 10 крапель дистильованої води та 2-3 краплі фуксинсірчистої кислоти. Пробірку з розчинами молочної та сірчаної кислоти обережно нагрівають до кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 3. Добування кислих і середніх солей винної кислоти, їх властивості

а) До пробірки вміщують 4 краплі 2Н розчину винної кислоти, 8 крапель 0,5Н розчину їдкого калію й енергійно збовтують. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції добування кислої калієвої солі виннокам'яної кислоти. Вміст пробірки використовують для наступного досліду.

б) До пробірки з розчином, **отриманим у досліді 3 а**, додають 8 крапель 0,5 Н розчину гідроксиду натрію. До журналу занотовують рівняння реакції утворення сегнетової солі (калієво-натрієва сіль винної кислоти). Вміст пробірки використовують для наступного досліду.

Дослід 4. Добування реактиву Фелінга

Сегнетова сіль у лужному розчині завдяки двом гідроксильним групам розчиняє осад гідроксиду міді (II) з утворенням темно-синього розчину, який називають реактивом Фелінга.

До пробірки вміщують по 4 краплі 2 Н розчину сульфату міді (II) та 2Н розчину гідроксиду натрію. Занотовують рівняння реакції утворення осаду гідроксиду міді (II). До утвореного осаду додають розчин сегнетової солі (розчин з досліду 3 б). Занотовують рівняння реакції утворення реактиву Фелінга.

Примітка. Реактив Фелінга застосовують для виявлення альдегідної групи альдегідів жирного ряду, моносахаридів та ін.

Дослід 5. Добування лимоннокислого кальцію (цитрату кальцію)

До пробірки вміщують 4 краплі 1Н розчину лимонної кислоти і 4-6 крапель 2 Н розчину аміаку до нейтральної реакції на лакмус. До отриманої суміші, додають 4 краплі 1Н розчину хлориду кальцію і вміст пробірки обережно нагрівають до кипіння. При кип'ятінні розчину випадає осад цитрату кальцію, який розчинюється у холодній воді.

Дослід 6. Розкладення лимонної кислоти сірчаною кислотою

До пробірки вміщують невелику кількість лимонної кислоти і додають 2 краплі концентрованої сірчаної кислоти. Пробірку затуляють газовідвідною трубкою і нагрівають. Утворюються леткі сполуки, які при підпалюванні горять блакитним полум'ям. Продовжуючи нагрівання, занурюють кінець газовідвідної трубки до пробірки з насиченим розчином баритової, або вапняної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій утворення мурашиної та ацетондикарбонової кислот, а також подальше розкладення ацетондикарбонової кислоти на ацетон і диоксид карбону. Роблять висновки.

Контрольні запитання

1. Які реакції можна використовувати для встановлення наявності спиртових груп в оксикислотах?
2. Які сполуки утворюються при дегідратації α , β , γ -оксикислот?
3. Які атомність і основність винної та лимонної кислот?
4. Які речовини, незважаючи на наявність асиметричних атомів карбону, не виявляють оптичної активності? Наведіть приклад.
5. Що таке рацемічна форма? Якими способами розділяють рацемічні суміші?

Лабораторна робота № 11

Вуглеводи. Властивості моносахаридів

11.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Класифікація, будова та ізомерія вуглеводів. Моносахариди, їх класифікація, номенклатура, ізомерія та таутомерія. Альдегі-

дна й напівацетальна форми. Фізичні та хімічні властивості моносахаридів. Стереохімія моноз. Окремі представники моносахаридів.

Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули (ациклічна, карбонільна й напівацетальна форми) глюкози, фруктози та галактози. Визначить, скільки асиметричних атомів карбону мають ці моносахариди?
2. Наведіть проєкційні формули α - та β -глюкоз, α - та β -фруктоз.
3. Напишіть рівняння реакції взаємодії α - (D)- глюкози з розчином Фелінга та воднем.

11.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Взаємодія моносахаридів з α - нафтолом

У декілька пробірок послідовно вміщують наявні моносахариди (глюкоза, фруктоза, тощо) і додають 8-12 крапель дистильованої води до повного розчинення. До отриманих розчинів моносахаридів додають 2-4 краплі свіже виготовленого 10%-вого розчину α -нафтолу. Суміш мутніє, внаслідок виділення важкорозчинного у воді α -нафтолу. Далі (**обережно!**) по стінках пробірок додають 6-10 крапель концентрованої сірчаної кислоти, важкий шар якої осідає на дно пробірки, майже не змішуючись з водою. На межі розподілу утворюється характерне фіолетове забарвлення у вигляді кільця або при збовтуванні в усьому об'ємі розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 2. Доведення наявності спиртових (гідроксильних) груп у глюкозі – утворення сахарату міді

У пробірку послідовно вміщують 2-3 краплі 0,5%-вого розчину глюкози, 10-12 крапель 2Н розчину їдкого натру та 1-2 краплі 10%-вого розчину сульфату міді. Вміст пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції утворення сахарату міді, висновки.

Дослід 3. Взаємодія моносахаридів з лугами

До однієї пробірки вміщують 6 крапель 0,5%-вого розчину глюкози, а до другої – таку ж кількість іншого моносахариду. В обидві пробірки додають по 3 краплі концентрованого розчину гідроксиду натрію. Вміст пробірок обережно нагрівають до кипіння і кип'ять ще 2-3 хв.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміна кольору розчину, утворення запаху), висновки.

Дослід 4. Окислення моносахаридів розчином Фелінга

У дві пробірки вміщують по 6 крапель 0,5%-вих розчинів глюкози й фруктози і додають по 2 краплі реактиву Фелінга (лужного розчину алкоголяту сегнетової солі), збовтують. Обидві пробірки вміщують до бані, що кипить, де тримають упродовж 4-5 хв. до зміни забарвлення розчинів.

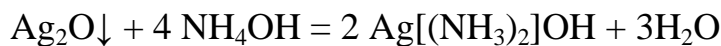
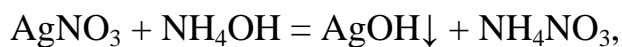
До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій окислення моносахаридів двоховалентною міддю, висновки.

Дослід 5. Окислення моносахаридів аміачним розчином оксиду срібла

До ретельно вимитої пробірки послідовно вміщують 2 краплі 0,2Н розчину нітрату срібла, 4 краплі 2Н розчину гідроксиду натрію та краплями 2Н розчин аміаку до розчинення утвореного осаду гідроксиду срібла. Додають 2 краплі 0,5%-вого розчину глюкози й обережно нагрівають пробірку до початку почорніння розчину. Далі реакція йде без нагрівання.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції окислення глюкози й одержання одноосновної оксикислоти.

Примітка:



Кетози (наприклад, фруктоза) в таких м'яких умовах не окислюються.

Дослід 6. Реакція глюкози з фуксинсірчистою кислотою

У дві пробірки вміщують по 4 краплі насиченого розчину фуксинсірчистої кислоти. До першої пробірки додають 4 краплі 40%-ного розчину формальдегіду, до другої - 4 краплі 0,5%-вого розчину глюкози. Фіксують спостереження (поява забарвлення, тощо). Далі пробірку з глюкозою обережно нагрівають до зміни забарвлення і знову охолоджують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, схему таутомерного перетворення карбонільної форми глюкози в напівацетальну.

Дослід 7. Якісна реакція на кетози (реакція Селіванова)

У пробірку вміщують декілька кристалів резорцину, 2 краплі концентрованої хлороводневої кислоти й 2 краплі 0,5%-вого розчину фруктози. Вміст пробірки нагрівають до початку кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміну забарвлення розчину), висновки.

Контрольні запитання

1. Які функціональні групи містяться в молекулах моносахаридів глюкози, фруктози, манози?
2. З якими речовинами і за яких умов глюкоза взаємодіє в карбонільній формі?
3. Який гідроксил має назву напівацетального? Яку назву він ще має?

4. З якими речовинами та за яких умов моносахариди (глюкоза, фруктоза, тощо) взаємодіють у напівацетальній формі?
5. Як довести присутність у молекулі глюкози гідроксильних груп?
6. Що означають символи α і β , а також "+" і "-" перед назвою моносахариду?
7. Скільки стереоізомерів мають глюкоза і фруктоза?
8. Яка будова глюкози в кристалічній формі та у водному розчині?

Лабораторна робота № 12

Властивості низькомолекулярних полісахаридів.

Дисахариди (біози)

12.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Класифікація дисахаридів. Відновлювані й невідновлювані дисахариди. Будова лактози, мальтози, сахарози. Інверсія сахарози. Поширення дисахаридів у природі.

Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакцій гідролізу сахарози та лактози (структурні формули).
2. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна розпізнати сахарозу й мальтозу.
3. Напишіть перспективні формули дисахаридів (сахарози, лактози й мальтози).
4. Напишіть схему реакції лактози з гідроксиламіном.
5. Напишіть структурні формули таутомерних форм мальтози.

12.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Взаємодія дисахаридів з α -нафтолом

У пробірку вміщують декілька кристалів сахарози і 8-12 крапель дистильованої води. До отриманого розчину додають 2-3 краплі свіже виготовленого 10%-вого спиртового розчину α -нафтолу, а також обережно (по стінці) 8-10 крапель концентрованої сірчаної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (поява забарвлення), порівнюють із спостереженнями дослідів 1 лабораторної роботи № 11, роблять висновки.

Дослід 2. Взаємодія дисахаридів з лугами

До однієї пробірки вміщують 8-12 крапель 10%-вого розчину сахарози, до іншої – таку ж кількість 10%-вого розчину мальтози. До обох пробірок додають по 4 – 6 крапель концентрованого розчину лугу. Вміст обох пробірок обережно нагрівають до кипіння і продовжують нагрів протягом 2-3 хв.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, порівнюють із спостереженнями дослідів 3 лабораторної роботи № 11, роблять висновки.

Дослід 3. Доведення наявності гідроксильних груп у сахарозі

У пробірку послідовно вміщують 2 краплі 1%-вого розчину сахарози, 10 крапель 2 Н розчину їдкого натру, 8-10 крапель дистильованої води і 1-2 краплі 2 Н розчину сульфату міді (II). Колір розчину стає синім, унаслідок утворення комплексної сполуки - сахарату міді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження й висновки.

Дослід 4. Кислотний гідроліз сахарози

У пробірку вміщують 2 краплі 1%-вого розчину сахарози, 2 краплі 2Н розчину хлороводневої кислоти, 6 крапель дистильованої води. Пробірку встановлюють до киплячої водяної бані і нагрівають упродовж 15-20 хв. до повного

гідролізу сахарози. Після цього гідролізований розчин порівну розливають у дві пробірки.

До першої пробірки з гідролізованою сахарозою додають 4-5 крапель лу-гу (до лужної реакції на лакмус), 3-4 краплі води і 1-2 краплі 0,2Н розчину су-льфату міді. У полум'ї пальника нагрівають верхню частину синього розчину до появи оранжевого забарвлення, що свідчить про утворення глюкози.

До другої пробірки з гідролізованою сахарозою додають кілька кристалів резорцину, 2 краплі концентрованої хлороводневої кислоти і нагрівають до по-яви червоного забарвлення, що свідчить про утворення фруктози.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції гідролізу сахарози, висновки.

Дослід 5. Взаємодія сахарози з розчином Фелінга

У пробірку вміщують 8-10 крапель 1%-вого розчину сахарози, додають до нього 10-12 крапель розчину Фелінга, збовтують. Пробірку встановлюють до киплячої водяної бані, де нагрівають протягом 3-4 хв.

До лабораторного журналу занотовують спостереження й висновки.

Дослід 6. Відновні властивості лактози.

У пробірку вміщують 2 краплі 1%-вого розчину лактози, 6 крапель 2Н ро-зчину лу-гу, 1-2 краплі 0,2Н розчину сульфату міді (II). Утворений блакитний осад гідроксиду міді (II) після збовтування розчиняється, і розчин стає синім, що доводить наявність вільної альдегідної групи в будові лактози, її відновні властивості.

Контрольні запитання

1. Які властивості зближують дисахариди з моносахаридами?
2. Чому мальтоза відновлює розчин Фелінга та аміачний розчин оксиду срібла (I), а сахароза-ні?
3. Яка причина розчинення гідроксиду міді (II) в розчині сахарози?
4. Які продукти утворюються при гідролізі мальтози й галактози?

5. Який озон можна одержати, якщо нагріти розчин сахарози з розведеною сірчаною кислотою, а на отриманий при цьому розчин продуктів гідролізу сахарози подіяти надлишком фенілгідразину.

Лабораторна робота № 13

Властивості високомолекулярних полісахаридів

13.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Вищі полісахариди, їх поширення в природі. Склад і будова полісахаридів. Крохмаль, його будова й властивості. Гідроліз клітковини. Ефіри клітковини. Нітроклітковина. Целулоїд. Штучні волокна на базі клітковини.

Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули фрагментів клітковини, використовуючи перспективні формули Хеуореса.
2. Напишіть схему добування тринітрату клітковини (пероксіліну), використовуючи перспективні формули.
3. Напишіть схему добування триацетату клітковини.

13.1. Робота в лабораторії

Дослід 1. Реакція крохмалю з йодом

У пробірку вміщують 2-3 краплі 2%-вого розчину крохмального клейстеру і 1 краплю 0,1Н розчину йоду. Спостерігають зміну забарвлення розчину. Отриманий розчин нагрівають до кипіння. При цьому спостерігають зникнення забарвлення при кипінні та його виникнення при охолодженні розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки

Дослід 2. Гідроліз крохмалю кислотами

У сім пробірок вміщують по 4 краплі розбавленої йодної води (розчин йоду в 0,1Н розчині йодиду калію) і встановлюють їх у штатив. У окрему пробірку вміщують 10-12 крапель 2%-вого крохмального клейстеру, 3-4 краплі 2Н розчину сірчаної кислоти, збовтують і встановлюють пробірку до киплячої водяної бані.

Кожні 30 с. відбирають піпеткою з капіляром одну краплю розчину і додають її послідовно до кожної з семи пробірок з йодною водою. Спостерігається поступова зміна забарвлення розчинів. Усі зміни занотовують до таблиці:

№ проби	Забарвлення
перша	
друга	
третя	
четверта	
п'ята	
шоста	
сьома	Світло-жовте (забарвлення йодної води)

Розчин, що залишився в пробірці, охолоджують, додають 2-3 краплі фенолфталеїну і нейтралізують розчином лугу до малинового забарвлення, додають 1-2 краплі розчину Фелінга, нагрівають. З'являється жовтогаряче (цегляно-червоне) забарвлення.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, що до поступової зміни забарвлення розчину, схему гідролізу крохмалю від розчинного крохмалю до кінцевого продукту - глюкози.

Дослід 3. Утворення декстрину з крохмалю

У пробірку вміщують 0,15-0,20 г сухого крохмалю і обережно нагрівають до початку пожовтіння порошку. Згодом вміст пробірки охолоджують і дода-

ють до отриманого декстрину 2-3 мл холодної дистильованої води і енергійно збовтують протягом 1-2 хв. До отриманої суміші додають 1-2 краплі розчину йоду.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 4. Взаємодія клітковини з лугами

У пробірку вміщують 5 крапель дистильованої води та занурюють папірець фільтру таким чином, щоб він досягав дна пробірки. В другу пробірку вміщують 5 крапель концентрованого розчину їдкого натру, в третю - 5 крапель 2Н розчину хлороводневої кислоти. До пробірки з лугом також занурюють папірець фільтру.

За 3 хв. виймають фільтр з першої пробірки (з водою) і залишають сохнути. Згодом (через 3 хв.) виймають фільтр з другої пробірки (з лугом), промивають водою, далі – з третьої з розчином хлороводневої кислоти, промивають водою і сушать. Папірець фільтру, оброблений концентрованим лугом, стане цупкішим і коротшим, ніж папірець, занурений у воду. При дії на клітковину концентрованих лугів утворюється міцна сполука - алканцелюлоза.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 5. Добування амілоїду з клітковини

У пробірку вміщують 3 краплі води і 5 крапель концентрованої сірчаної кислоти ($\rho = 1,84$ г/мл). **Треба бути обережним тому, що при змішуванні води з концентрованою кислотою пробірка нагрівається до високої температури.** Гарячий розчин охолоджують до кімнатної температури і занурюють у пробірку папірець фільтру. За 8-10 с фільтр виймають, ретельно промивають дистильованою водою та 3 Н розчином аміаку і підсушують. На межі двох ділянок папірця вміщують 1 краплю 0,1 Н розчину йоду в йодиді калію.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 6. Кислотний гідроліз клітковини

У пробірку вміщують невеликий шматочок фільтру і додають 4 краплі концентрованої сірчаної кислоти ($\rho = 1,82$ г/мл), перемішують скляною паличкою до утворення безбарвного густого розчину. Пробірку на 3-5 хв. вміщують у киплячу водяну баню (для повного гідролізу клітковини). Потім у другу пробірку піпеткою відбирають 2 краплі розчину гідролізованої клітковини, додають 8 крапель 2 Н розчину їдкого натру, 1 краплю реактиву Фелінга, збовтують і нагрівають до появи забарвлення розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, схему гідролізу клітковини, користуючись перспективними формулами.

Контрольні запитання

1. Вкажіть, чим відрізняється будова крохмалю від будови клітковини?
2. При гідролізі якого полісахариду утворюється мальтоза, як проміжний продукт?
3. Чому вищі полісахариди (поліози) можна розглядати як поліглюкозиди?
4. Що спільного в будові крохмалю, глікогену, декстрину, клітковини?
5. Чи здатна клітковина до таутомерії? Напишіть її можливі таутомерні формули (без схем реакцій), які доводять наявність цих форм (α - і β -форми, альдегідна форма).
7. Як одержують віскозний і ацетатний шовк?

Лабораторна робота № 14

Азотовмісні сполуки жирного ряду

14.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Нітросполуки, добування, фізичні та хімічні властивості. Будова нітрогрупи, її таутомерія. Будова, ізомерія та номенклатура амінів. Добування, фізичні та хімічні властивості амінів. Якісні реакції на пер-

винні, вторинні та третинні аміни. Діаміни. Реакції поліконденсації. Синтетичне волокно. Аміди кислот. Похідні вуглецевої кислоти.

Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакції взаємодії 2,2- диметил, 3-нітрогексану з: а) воднем; б) їдким натром.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів амінів, що відповідають структурній формулі $C_4N_{11}N$ і дайте їм назву за раціональною номенклатурою.
3. Напишіть реакції, що відрізняють первинні аміни від вторинних на прикладі етиламіну і етилізопропіламіну.
4. Яка речовина утворюється при взаємодії путресцеїну (1,4-діамінобутану) з надлишком хлороводневої кислоти?
5. Напишіть реакцію взаємодії ізопропіламіну з йодистим бутилом. Дайте назву отриманій сполуці.
6. Напишіть реакцію розкладу карбаміду (сечовини) гіпобромітом натрію (NaOBr).

14.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Взаємодія сечовини з кислотами

У склянку вміщують 2 г сечовини і додають 10 мл дистильованої води до повного розчинення. Отриманий розчин використовують для подальших дослідів.

а) Взаємодія сечовини з концентрованою азотною кислотою. У пробірку вміщують 10-12 крапель розчину сечовини і обережно додають до нього такий же об'єм концентрованої азотної кислоти. Вміст пробірки збовтують і охолоджують.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакції і висновки.

б) Взаємодія сечовини із щавлевою кислотою. Готують насичений розчин щавлевої кислоти, для чого в пробірку вміщують 0,1-0,15 г щавлевої кислоти і додають 10-15 крапель води. Далі в чисту пробірку вміщують по 3-5 крапель розчинів сечовини і щавлевої кислоти, збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 2. Гідроліз сечовини

У пробірку вміщують по 8-10 крапель розчину сечовини (див. дослід 1) і прозорої баритової (вапняної) води. Отриману суміш нагрівають. До отвору пробірки підносять вологий червоний лакмусовий папір.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 3. Розклад сечовини азотистою кислотою

У пробірку вміщують 5 крапель розчину сечовини (див. дослід 1), додають 2 краплі 0,5Н розчину хлороводневої кислоти і 4 краплі 0,5Н водного розчину нітриту натрію. Вміст пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (виділення газу, запах), рівняння реакції та висновки.

Дослід 4. Утворення біурету із сечовини - біуретова реакція

У суху пробірку вміщують 0,2-0,3 г сечовини. Пробірку закріплюють у штативі під кутом і нагрівають у полум'ї пальника. Сечовина спочатку плавиться, а потім починають виділятися бульбашки газу – аміаку. Наявність аміаку визначають за допомогою вологого лакмусового паперу, піднесеного до отвору пробірки. Нагрівання вмісту пробірки продовжують до повного затвердіння і утворення білої спеченої речовини – біурету. Пробірку з біуретом охолоджують і додають до неї 15-20 крапель дистильованої води, добре збов-

тують, а потім зливають рідину в іншу пробірку, до якої додають 3-4 краплі розчину їдкого натру та 1-3 краплі 0,2N розчину сульфату міді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 5. Конденсація сечовини з формальдегідом

У суху пробірку вміщують кристалічну сечовину (шар сечовини ≈ 2 мм) і додають 3 краплі 40%-вого розчину формальдегіду до появи прозорого розчину. Обережно нагрівають пробірку полум'ям пальника. Через кілька секунд вміст пробірки мутніє внаслідок утворення сечовино-формальдегідної смоли.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть способи добування ніторосполук жирного ряду.
2. Поясніть наявність лужної реакції водних розчинів амінів.
3. Чому аліфатичні аміни більш сильні основи, ніж аміак?
4. На які класи поділяються аміни? Як можна відрізнити первинні, вторинні й третинні аміни?
5. Які властивості амідів кислот?
6. Промислове добування й використання сечовини.

Лабораторна робота № 15

Білкові речовини

15.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Будова, ізомерія та номенклатура амінокислот. Добування, фізичні й хімічні властивості амінокислот. Реакції розпізнавання α , β , γ -амінокислот. Окремі представники амінокислот. Синтетичне волокно кап-

рон. Поліпептиди. Поняття про методи синтезу та гідролізу. Білки. Загальна характеристика. Класифікація. Якісні реакції. Будова білків: первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка. Синтез білків. Значення білків.

Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакції взаємодії амінооцтової та β -амінопропіонової кислот з хлороводневою кислотою, етиловим спиртом, їдким натром і азотистою кислотою
2. Напишіть рівняння реакції добування трипептидів з гліцину (амінооцтова кислота) та аланіну (α -амінопропіонова кислота) з різною послідовністю залишків амінокислот.
3. Які речовини утворюються при нагріванні α -аміномасляної, β -аміноізомасляної та γ -амінокапронової кислот?

15.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Якісні реакції білків

а) Біуретова реакція. При дії на білки розчинами солей міді (мідного купоросу) в лужному середовищі з'являється фіолетове забарвлення, зумовлене утворенням мідного комплексу білка, що свідчить про переважання в складній білковій молекулі трипептидних угруповань -NH-, оскільки дипептиди дають синє забарвлення.

У пробірку вміщують 4 краплі розчину білка та по 2 краплі 20%-вого розчину їдкого натру та 0,2Н розчину сульфату міді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

б) Ксантопротеїнова реакція. Цією реакцією виявляють наявність у білка ароматичних ядер.

У пробірку вміщують 6 крапель водного розчину білка та 2 краплі концентрованої азотної кислоти. Пробірку нагрівають полум'ям пальника до появи жовтого кольору, внаслідок нітрування залишків ароматичних амінокислот білкової молекули з утворенням полінітросполук. Далі вміст пробірки охолоджують і додають 2-4 краплі їдкого натру.

До лабораторного журналу занотовують спростереження, рівняння реакції та висновки.

в) Реакція на сірку. При кип'ятінні 30%-вого лужного розчину білка з розчином ацетату свинцю випадає коричнево-чорний осад сульфідів свинцю. Ця реакція дає можливість виявляти в білковій молекулі залишки амінокислот, що містять сірку- цистин, цистеїн, метіонін.

Примітка. Розчини білків готують таким чином:

а) Розчин яєчного білка. Білок одного курячого яйця змішують із 120-150 мл дистильованої води в склянці при сильному збовтуванні. Суміш фільтрують крізь змочений водою клаптик випраного полотна. У фільтрат переходить яєчний альбумін з невеликими домішками глобуліну, а на полотні залишається головна частина глобуліну.

б) Розчин білка молока. У склянку вміщують по 100 мл молока і дистильованої води, а потім краплями при перемішуванні додають 0,2-0,4 мл концентрованої оцтової кислоти до утворення пластівців. Через 5-10 хв. суміш фільтрують крізь випране полотно. Перші (мутні) порції фільтрату пропускають крізь полотно двічі. У фільтраті міститься альбумін і частина глобуліну молока, а також молочний цукор.

Дослід 2. Оборотноє висаджування білків із розчинів (висолювання білків)

Оборотне висаджування білків, тобто осаджування без зміни структури молекули білка, відбувається при додаванні до них солей лужних металів, маг-

нію, амонію. Добуті осади білків знову легко розчиняються у воді або в розведених водних розчинах солей.

У пробірку вміщують по 4 краплі розчину білка й насиченого розчину сульфату амонію, збовтують. Занотовують спостереження. Далі 2-3 краплі каламутного розчину вміщують у другу пробірку та додають 3-4 краплі дистильованої води, збовтують.

До журналу занотовують спостереження та висновки.

Дослід 3. Денатурація (зсідання) білків

а) Зсідання білків при нагріванні. У пробірку вміщують 8 крапель розчину білка і нагрівають полум'ям пальника до закипання. Занотовують спостереження. Вміст пробірки охолоджують, додають 2 краплі 2Н розчину сульфату амонію і знову нагрівають до кипіння. Занотовують спостереження й висновки.

б) Зсідання білків під дією важких металів. У дві пробірки вміщують по 6 крапель розчину білка. До однієї пробірки додають 2 краплі насиченого розчину сульфату міді, до другої - 2 краплі 2Н розчину ацетату свинцю.

До лабораторного журналу занотовують спостереження й висновки.

в) Зсідання білків під дією концентрованих мінеральних кислот. У пробірку вміщують 4 краплі концентрованої азотної кислоти, обережно по стінці, попередньо нахиливши пробірку, додають 4 краплі розчину білка. Пробірку встановлюють у штативі і спостерігають, що відбувається на межі поділу розчину білка і кислоти. Потім збовтують вміст пробірки і занотовують спостереження та висновки до лабораторного журналу.

Дослід 4. Відкриття амінного азоту в білках

У пробірку наливають 4 краплі розчину білка і додають 8 крапель концентрованого розчину лугу. Суміш нагрівають полум'ям пальника та кип'ятять 2-3 хв. У результаті розкладу білка лугом виділяється аміак, який можна зафік-

сувати за запахом, а також за допомогою вологого рожевого лакмусового паперу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Контрольні запитання

1. Як класифікують білки за наявності або відсутності небілкової частини?
 2. Які кольорові реакції білків Вам відомі?
 3. Як зв'язані залишки амінокислот у білкових молекулах?
 4. Що таке первинна, вторинна, третинна та четвертинна структура білка?
- Що таке α - спіраль?
5. Що є остаточним продуктом гідролізу білків?
 6. У чому виявляються труднощі вивчення та синтезу білків?

Лабораторна робота №16

Ароматичні вуглеводні

16.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Будова бензолу. Сучасні електронні уявлення. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія бензольних вуглеводнів. Джерела ароматичних сполук. Способи добування гомологів бензолу. Властивості бензолу та його гомологів. Правила заміщення в бензольному ядрі. Окремі представники ароматичних вуглеводнів, їх застосування. Полімери. Похідні ароматичних вуглеводнів.

Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули всіх ізомерів ароматичних вуглеводнів з молекулярною формулою C_9H_{12} , дайте їм назву.
2. Напишіть реакцію хлорування о-нітротолуолу (на холоді в присутності каталізатора).

3. Напишіть рівняння реакції окислення етилбензолу, ізопропілбензолу, та п- метилетилбензолу.
4. Напишіть структурні формули п-дивінілбензолу, м-етилнітробензолу.
5. Вкажіть способи добування всіх ізомерів нітрохлорбензолу із бензолу за допомогою реакцій заміщення.
6. Напишіть рівняння реакцій гідрування вінілбензолу та алілбензолу. Дайте назву добутим речовинам.

16.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Властивості бензолу

а) Розчинність бензолу в різних розчинниках. У три пробірки наливають по 3 краплі бензолу. До однієї додають 9 крапель води, до другої - 9 крапель спирту, до третьої - 9 крапель диетилового етеру. Вміст кожної пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

б) Горіння бензолу. Дослід проводять у витяжній шафі! В порцелянову чашку вміщують 1-2 краплі бензолу, підпалюють. Занотовують спостереження, висновки.

в) Дія бромної води на бензол. У пробірку вміщують 3 краплі бромної води і 2 краплі бензолу. Вміст пробірки збовтують і дають відстоятися. Нижній шар (бромна вода) знебарвлюється або світлішає, а верхній шар (бензол) забарвлюється в брунатно-жовтий колір. Це пов'язано з екстракцією, тобто з тим, що бром краще розчинюється в бензолі, ніж у воді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

г) Дія перманганату калію на бензол. У пробірку вміщують 6 крапель води та по 2 краплі 0,1 Н розчину перманганату калію і 2Н розчину сірчаної кислоти. До отриманого розчину додають 2 краплі бензолу і збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Дослід 2. Окислення толуолу

У пробірку вміщують 5 крапель води та по 2 краплі 0,1Н розчину перманганату калію та 2Н розчину сірчаної кислоти. Далі додають 2-3 краплі толуолу і збовтують 2-3 хв.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 3. Властивості галогенпохідних бензолу

а) Галоген міститься в бензольному ядрі. У пробірку вміщують 2 краплі хлорбензолу, 10 крапель води та нагрівають до кипіння. До гарячого розчину додають 1-2 краплі 0,2Н розчину нітрату срібла. Занотовують спостереження.

б) Галоген міститься в бічному ланцюзі. У пробірку вміщують 1 краплю хлористого бензилу, 5 крапель води, нагрівають до кипіння і додають 1-2 краплі 0,2 Н розчину нітрату срібла,

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4. Нітрування бензолу

У суху пробірку вміщують 2 краплі концентрованої азотної кислоти та 3 краплі концентрованої сірчаної" кислоти. Отриману нітруючи суміш охолоджують і додають 3 краплі бензолу. Пробірку на 2-3 хв. вміщують до водяної бані, нагріту до 55-60°C, постійно збовтуючи. Після цього виливають реакційну суміш у пробірку з водою.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

Дослід 5. Нітрування толуолу

У суху пробірку вміщують 2 краплі концентрованої азотної кислоти і 3 краплі концентрованої сірчаної кислоти. До охолодженої нітруючої суміші додають 3 краплі толуолу, енергійно збовтують. Через 1-2 хв. реакційну суміш виливають у пробірку з холодною водою.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 6. Сульфування бензолу

У пробірку вміщують 3 краплі бензолу і 5 крапель концентрованої сірчаної кислоти. Вміст пробірки нагрівають на киплячій водяній бані, при безперервному збовтуванні. Останнє необхідно для утворення емульсії вуглеводню з кислотою. Після того, як утвориться однорідний розчин, його виливають у пробірку з 10 краплями дистильованої холодної води. Якщо сульфування закінчилося повністю, утворюється прозорий розчин, бо сульфокислоти добре розчиняються у воді.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. Намалюйте схему і коротко викладіть сучасні уявлення про будову бензолу.
2. Якими реакціями відрізняється бензол від етиленових вуглеводнів?
3. Скільки ізомерів має триетилбензол?
4. Як одержати бензол із ацетилену?

Лабораторна робота № 17

Властивості фенолів

17.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Будова, ізомерія та номенклатура фенолів. Добування фенолів. Властивості фенолів: утворення фенолятів, алкілування і ацилування фенолів, дія галогенів, азотної та сірчаної кислот, каталітичне гідрування. Фенол, його застосування в промисловості. Синтетичні смоли на основі фенолу. Двохатомні та трьохатомні феноли. Ароматичні спирти.

Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакцій взаємодії о-окситолуолу з оцтовим ангідридом, метиловим спиртом, бромною водою, сірчаною та азотною кислотами. Дайте назву отриманим сполукам.
2. Напишіть схему вичерпного нітрування фенолу та дайте назву отриманим речовинам.
3. Напишіть схеми послідовних реакцій взаємодії гідрохінону з лугом і йодистим метилом. Дайте назву отриманим сполукам.
4. Напишіть рівняння реакції взаємодії резорцинату натрію з хлористим ацетилом.
5. Напишіть схему двох реакцій, що доводять будову хінону.
6. Напишіть рівняння реакції добування бензилового спирту.
7. Напишіть рівняння реакції взаємодії бензилового спирту з металічним натрієм, хлористим воднем, оцтовою кислотою і метиловим спиртом.

17.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Розчинність фенолу у воді

У пробірку послідовно вміщують по 6 крапель рідкого фенолу і дистильованої води, збовтують. Утворюється емульсія фенолу. Вмісту пробірки дають відстоятися. Спостерігається поступове розшарування емульсії: верхній шар – розчин фенолу у воді, нижній – розчин води в фенолі.

Вміст пробірки обережно нагрівають. Утворюється прозорий однорідний розчин. При охолодженні утворюється каламутна рідина. Вміст пробірки залишають для наступних дослідів.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Примітка. Фенол - безбарвна кристалічна речовина з характерним запахом. Температура плавлення фенолу 43°C. Але ця температура сильно знижується при наявності домішок води (в 100 частинах фенолу може розчинятися 8

частин води), тому при звичайній температурі фенол залишається рідким, утворюючи, так званий, рідкий фенол.

Дослід 2. Розчинність і кислотні властивості фенолів

У три пробірки послідовно вміщують по 0,05 г пірокатехіну, резорцину та гідрохінону. До кожної пробірки додають по 10 крапель води. Отримані суміші енергійно збовтують. Якщо розчинення якогось фенолу не відбувається, то суміш нагрівають до кипіння, а потім охолоджують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження відповідно розчинності фенолів у воді та висновки.

На синій лакмусовий папір наносять краплями кожний з розчинів фенолів, у тому числі розчин простого фенолу (дослід 1) і визначають реакцію середовища досліджуваних фенолів. Занотовують спостереження та висновки.

Отримані розчини фенолів залишають для наступних дослідів.

Дослід 3. Утворення та розклад феноляту натрію

а) У пробірку послідовно вміщують по 2 краплі рідкого фенолу (з дослідів 1) і води. До отриманої емульсії фенолу у воді додають 2 краплі 2Н розчину їдкого натру, збовтують. Занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

б) До отриманого прозорого розчину феноляту натрію додають 2-3 краплі 2Н розчину хлороводневої кислоти.

Занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4. Реакція фенолів з хлоридом заліза (III)

У різні пробірки вміщують по 3 краплі розчинів фенолів – простого фенолу (з дослідів 1), пірокатехіну, резорцину, гідрохінону (з дослідів 2). У кожену пробірку додають 1-2 краплі 0,1Н розчину хлориду заліза (III).

До лабораторного журналу занотовують спостереження (забарвлення кожного розчину), висновки.

Дослід 5. Добування трибромфенолу

У пробірку послідовно вміщують по 2 краплі водного розчину фенолу (з дослідів 1) і насиченого розчину бромної води. До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 6. Окислення фенолу

У пробірку вміщують 2-3 краплі рідкого фенолу (з дослідів 1), додають 2-3 краплі розчину соди, а також 3-4 краплі підкисленого розчину перманганату калію. До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 7. Сульфування фенолу

У пробірку вміщують декілька кристалів фенолу (**шпателем !**), додають 3 краплі концентрованої сірчаної кислоти. Збовтують вміст пробірки - кристали фенолу розчиняються.

Реакційну суміш нагрівають на киплячій водяній бані 2-3 хв. Вміст пробірки охолоджують і виливають в іншу пробірку з 10 краплями холодної води. Утворюється однорідний розчин, що майже не має запаху фенолу.

До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакцій утворення о- і п-фенолсульфо кислоти, висновки.

Контрольні запитання

1. Поясніть кислотні властивості фенолів.
2. Перерахуйте способи добування фенолу (без схем реакцій).
3. Яким чином у фенолі виявляється взаємний вплив бензольного ядра та гідроксильної групи?
4. Яке угруповання має назву хіноїдного?
5. Як з фенолу добувають полімери?
6. Скільки ізомерів мають двох-і трьохатомні феноли?

Лабораторна робота № 18

Ароматичні альдегіди, кетони, кислоти, оксикислоти

18.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Будова, ізомерія та номенклатура ароматичних альдегідів і кетонів. Класифікація. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Окремі представники. Будова, ізомерія та номенклатура ароматичних карбонових кислот. Способи добування та властивості. Двохосновні ароматичні карбонові кислоти. Ароматичні карбонові кислоти з карбоксильною групою в боковому ланцюзі. Ароматичні оксикислоти. Саліцилова кислота та її похідні. Танін. Дубильні речовини.

Виконати вправи

1. Напишіть схеми окислення двох ізомерних альдегідів - п-толуолового (п-метилбензойний альдегід) і фенілоцтового. Дайте назву одержаним сполукам.
2. Напишіть рівняння реакцій двох способів добування фенілоцтового альдегіду.
3. Напишіть рівняння реакції взаємодії метил-п-толілкетону з гідроксиламіном. Назвіть продукт реакції.
4. Напишіть схему реакції взаємодії о-сульфобензойного альдегіду з гідросульфідом натрію. Назвіть продукт реакції.
5. Напишіть схему реакції взаємодії п-толуілового альдегіду (п-метилбензойного) з концентрованим розчином їдкого натру (реакція Канніццаро).
6. Напишіть рівняння реакції взаємодії оцтового та бензойного альдегідів. Дайте назву отриманій речовині.

18.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Взаємодія бензойного альдегіду з гідросульфідом натрію

У пробірку вміщують 6 крапель бензойного альдегіду, додають 10 крапель насиченого розчину гідросульфіду натрію, суміш енергійно збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції утворення гідросульфідної сполуки.

До отриманої суміші додають 12 крапель дистильованої води і вміщують пробірку в гарячу водяну баню на декілька хвилин до розчинення кристалів і появи на поверхні розчину маслянистих плям з характерним запахом бензальдегіду. Занотовують спостереження, рівняння реакції розкладу гідросульфідної сполуки та висновки.

Дослід 2. Взаємодія бензойного альдегіду з розчином лугу

У пробірку вміщують 5 крапель бензойного альдегіду, додають при збовтуванні 3 краплі свіжо виготовленого 10%-вого розчину їдкого калію. Із розчину осаджуються кристали бензойно-кислого калію.

Занотовують спостереження (випадіння кристалів солі), рівняння реакцій окислювально-відновної взаємодії двох молекул бензойного альдегіду під впливом концентрованого розчину лугу з утворенням, у якості проміжного продукту, бензойного ефіру бензилового спирту, а згодом - гідроліз ефіру і утворення бензилового спирту і бензойної кислоти.

Вміст пробірки з бензойнокислим калієм переносять до центрифужної пробірки та центрифугують 5 хв. Прозорий розчин, що містить бензиловий спирт, зливають у мікрохімічну пробірку, додають 1 краплю концентрованої сірчаної кислоти і 2 краплі 0,5Н розчину біхромату калію, обережно нагрівають до кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміна забарвлення, скаламутнення), рівняння реакцій окислення бензилового спирту в бензойний альдегід і далі в бензойну кислоту, висновки.

Дослід 3. Окислення бензойного альдегіду киснем повітря

На предметне скло вміщують 2 краплі бензойного альдегіду і залишають на повітрі. Через деякий час з'являються кристали бензойної кислоти, які важко розчиняються в холодній воді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4. Порівняння ступеня іонізації бензойної та

саліцилової кислот

Для виконання цього досліді необхідно:

а) Послідовно в різних ступках розтирають невеликі кількості бензойної та саліцилової кислот.

б) Готують розчини карбонату натрію, ацетату натрію та мурашинокислого натрію, для чого 0,2 г кожної солі розчиняють у пробірці з 12 краплями води, безупинно збовтують. Карбонат натрію залишається частково не розчиненим, унаслідок малої розчинності у воді.

Отримані розчини ділять на 2 частини: відбирають з кожної пробірки по 6 крапель і вміщують їх в інші три пробірки. Всі 6 пробірок (по два розчина кожної солі) ставлять у штатив.

в) У три пробірки з розчинами карбонату, ацетату та формиату натрію додають мікрошпателем невелику кількість порошку бензойної кислоти (див.п.а).

Вміст кожної пробірки збовтують і спостерігають, у якому розчині солі відбулося розчинення бензойної кислоти;

г) До інших трьох пробірок, з розчинами тих же солей, додають кристали саліцилової кислоти (див. п. а) і також спостерігають, в якому розчині солі саліцилова кислота розчинюється.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (виділення газу, поява запаху, тощо), рівняння реакцій, висновки.

Дослід 5. Дія на бензойну і саліцилову кислоти хлорида заліза (III)

та бромної води

В одну пробірку вміщують невелику кількість розтертого порошку бензойної кислоти, у другу – таку ж кількість порошку саліцилової кислоти. В обидві пробірки додають по 10-12 крапель води, збовтують. Утворюються насичені розчини (на дні пробірок кристали) кислот. Піпеткою відбирають по 2-3 краплі цих розчинів і вміщують їх у чисті пробірки так, щоб утворилося по дві пари насичених розчинів кожної кислоти:

- а) до першої пари насичених розчинів обох кислот додають по 1 краплі 0,1Н розчину хлориду заліза (III);
- б) до другої пари насичених розчинів обох кислот додають по 4 краплі насиченого розчину бромної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 6. Дія окислювачів на бензойну та саліцилову кислоти

В одну пробірку вміщують 3 краплі насиченого розчину бензойної кислоти, у другу – таку ж кількість насиченого розчину саліцилової кислоти (з досліду 5). До обох пробірок додають рівні об'єми розчинів соди і перманганату калію, збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження та висновки.

Контрольні запитання

1. У чому різниця хімічних властивостей альдегідів жирного й ароматичного ряду?
2. Як добувають ароматичні альдегіди і кетони?
3. Назвіть кислоти з карбоксильними групами в бензольному ядрі та боковому ланцюгу.
4. Назвіть найважливіших представників оксикислот ароматичного ряду.

Лабораторна робота № 19

Ароматичні аміни

19.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Класифікація, ізомерія та номенклатура ароматичних амінів. Добування первинних ароматичних амінів (реакція Зініна). Значення відкриття цієї реакції для розвитку органічного синтезу. Вторинні та третинні ароматичні аміни. Властивості ароматичних амінів: основність, утворення солей, алкілування, ацилування, дія азотистої кислоти. Окремі представники ароматичних амінів, їх похідні.

Виконати вправи

1. Напишіть схему реакції алкілування п-метиламінобензолу йодистим етилом. Напишіть продукти реакції.
2. Напишіть схему реакції п-броманіліну з оцтовим ангідридом. Дайте назву продуктам реакції.
3. Напишіть схему реакції сульфування 1-аміно-2,3-диметилбензолу.
4. Напишіть формулу внутрішньої солі сульфанілової кислоти. Чому ця кислота існує у вигляді внутрішньої солі?
5. Напишіть формули всіх існуючих ізомерів фенілендіаміну.

19.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Розчинність аніліну в йоді

У пробірку вміщують 6 крапель води і 1 краплю аніліну, збовтують. Занотовують спостереження. Додають у пробірку ще 3-4 краплі води і знову збовтують. Емульсія зберігається.

До лабораторного журналу занотовують спостереження та висновки.

Дослід 2. Утворення солей аніліну та їх розклад

У пробірку вміщують 1 краплю аніліну, 8 крапель води, збовтують. Одну краплю емульсії аніліну в воді наносять на червоний лакмусовий папір. Занотовують спостереження та висновки.

Приготовану емульсію ділять на дві частини:

а) до однієї частини емульсії додають краплями 2Н розчин сірчаної кислоти до отримання прозорого розчину. Занотовують спостереження, рівняння реакції утворення сірчанокислового аніліну і висновки;

б) до другої частини емульсії додають краплями концентровану хлороводневу кислоту до отримання прозорого розчину солянокислого аніліну. До цього ж розчину додають 1-2 краплі фенолфталеїну і краплями 2Н розчин лугу. Розчин мутніє ще до появи рожевого забарвлення.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції утворення та розкладу солянокислого аніліну.

Дослід 3. Кольорові реакції аніліну

а) Реакція з лігніном. Лігнін разом з целюлозою та пектиновими речовинами є однією з важливих складових частин деревини. У пробірку вміщують 1 краплю аніліну, 5 крапель води і краплями додають концентровану хлороводневу кислоту до утворення прозорого розчину солянокислого аніліну.

Одну краплю цього розчину наносять на смужку газетного паперу. Занотовують спостереження.

У пробірку з розчином солянокислого аніліну занурюють дерев'яну лучину і виймають її. Занотовують спостереження.

Краплю цього розчину наносять на фільтрувальний папір. Занотовують спостереження, висновки.

б) Реакція з хлорним вапном. Готують розчин солянокислого аніліну (як у п.а). Одну краплю емульсії наносять на предметне скло, додають 1 краплю хлорного вапна. Занотовують спостереження.

в) Реакція з біхроматом калію (окислення аніліну). Краплю розчину солянокислого аніліну вміщують на предметне скло, додають 1 краплю 0,5Н розчину біхромату калію та 1 краплю 2Н розчину сірчаної кислоти. Занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4. Взаємодія аніліну з бромною водою

У пробірку вміщують 6 крапель насиченого розчину бромної води і додають 2 краплини анілінової води (розбавлена емульсія аніліну у воді).

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. Який з амінів є більш слабкою основою - метиламін чи феніламін?
2. Перерахуйте головні умови проведення реакції діазотування.
3. Яка з речовин (анілін чи бензол) бромується легше?
4. Який вплив ароматичного радикалу на рухомість атомів водню аміногрупи?
5. Порівняйте властивості (без написання реакцій) ароматичних амінів з амінами жирного ряду.
6. Які реакції відрізняють первинні, вторинні та третинні ароматичні аміни?
7. Де застосовують ароматичні аміни?

Лабораторна робота № 20

Діазосполуки та азобарвники

20.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Реакції діазотування. Будова, властивості, таутомерія діазосполук. Реакції з виділенням азоту (діазореакції): заміщення діазогрупи на водень, гідроксил, галогени, ціаногрупу, метали. Реакції без виділення азоту (реакції азосполучення): сполучення з ароматичними фенолами та амінами, утворення фенілгідразину. Азосполуки. Аміно-і –оксибарвники. Зв'язок між будовою та фарбуючою здатністю азобарвників. Хромофори і ауксохроми. Відновлення азосполук.

Виконати вправи

1. Напишіть схему реакції діазотування о-толуїдина.
2. Напишіть схему взаємодії хлориду п-толїлдіазолію з диметиланіліном. Дайте назву продуктам реакції.
3. Виходячи з п-фенїлдіаміну (діазоскладова) і оксибензолу (азоскладова), синтезуйте азобарвник.
4. Напишіть схему реакції добування о-оксиметилбензолу, виходячи з бензолу, через діазосполуку.
5. Напишіть схему відновного розщеплення азобарвника (оксиазобензолу). Назвіть продукти реакції.

20.2. Робота в лабораторії

Дослід 1. Діазотування аніліну

У пробірку вміщують 2 краплі аніліну, 10 крапель 2Н розчину соляної кислоти та грудочку льоду, Поступово, по краплях, збовтуючи вміст пробірки, додають 10 крапель 0,5Н розчину нітриту натрію. Одну краплину, отриманої су-

міші, за допомогою скляної палички наносять на смужку йодокрохмального паперу.

Якщо діазотування аніліну закінчилось, то на йодокрохмальному папері з'являється блакитна пляма, що свідчить про наявність вільної азотистої кислоти в розчині. Дослід повторюють через хвилину, не додаючи нітриту натрію. Якщо блакитна пляма зберігається, то реакція діазотування завершена. Якщо пляма зникає, додають 2-4 краплі 0,5Н розчину нітриту натрію і знову проводять йодокрохмальну пробу.

Пробірку з виготовленим розчином діазосполуки вміщують у склянку з водою і льодом і зберігають для наступних дослідів 2 і 3.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції добування хлористого фенілдіазонію (діазохлорбензолу), висновки.

Примітка. Йодокрохмальний папір готують таким чином: 0,5 г сухого крохмалю збовтують з 3-4 мл води. Отриману суспензію крохмалю вливають у 50 мл гарячої води, яку попередньо нагріли до кипіння. Виготовлений свіжий крохмальний клейстер розбавляють в 4-5 разів киплячою водою, дають охолонути та розчиняють у цій рідині 0,1-0,2 г йодистого калію на кожні 100 мл розчину. Цим розчином насичують фільтрувальний папір і просушують його.

Дослід 2. Заміна діазогрупи на гідроксид

У пробірку з розчином солі фенілдіазонію (половина вмісту пробірки з досліді 1) вміщують у гарячу водяну баню і нагрівають до того моменту, доки не препиниться виділення газу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (поява запаху, скаламученості, тощо), рівняння реакції розкладу фенілдіазонію, висновки.

Пробірку з продуктами реакції закривають пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють у суху порожню пробірку. Вміст пробірки обережно нагрівають полум'ям пальника. З водяним паром переганяється фенол (дос-

татньо перегнати 1-2 краплі). До добутого відгону додають 1-2 краплі води і 1 краплю 0,1 Н розчину хлорного заліза (III).

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 3. Добування диметиламіноазобензолу

В пробірку вміщують 3 краплі диметиланіліну, 5 крапель льодяної оцтової кислоти і збовтують вміст пробірки. 1-2 краплі отриманої суміші додають до пробірки з охолодженим хлористим фенілдіазонієм (з дослід 1).

До лабораторного журналу занотовують спостереження (утворення осаду, колір), рівняння реакції добування диметилазобензолу і висновки.

Дослід 4. Сполучення солі фенілдіазонію з фенолом і β -нафтолом.

Готують розчин хлористого фенілдіазонію (див. дослід 1). Отриманий розчин ділять на дві рівні частини. Готують лужні розчини фенолу та β -нафтолу. Для цього до однієї пробірку вміщують невелику кількість кристалічного фенолу, а до другої – таку ж кількість β -нафтолу. До обох розчинів додають по 5-6 краплин 1Н розчину лугу, а потім до кожної з пробірок - розчин хлористого фенілдіазонію.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (утворення осаду, колір), рівняння утворення азобарвників і висновки.

Контрольні запитання

1. Перелічить головні умови проведення реакції діазотування.
2. Яку групу вводять у молекулу барвника для збільшення його розчинності?
3. Наведіть приклади кислого і лужного азобарвника.
4. В яких умовах діазосполуки дають реакції з виділенням азоту і що при цьому утворюється?
5. Поясніть зв'язок між будовою та кольоровістю барвників.
6. Яке значення азо-і-діазосполук у техніці?

Лабораторна робота №21

Багатоядерні ароматичні сполуки

21.1. Самостійна підготовка

Проробити такі розділи: Вуглеводні сполуки із з'єднаними ядрами. Характер груп, що поєднують ядра (ординарний зв'язок, метановий вуглець, азогрупа, тощо). Окремі представники: дифенілметан, трифенілметан, фталейни (фенолфталейн, флуоресцеїн, тощо). Сполуки з конденсованими ядрами, нафталін, його похідні. Антрацен, антрахінон, алізарин. Поняття про канцерогенні сполуки.

21.2 Робота в лабораторії

Дослід 1. Нітрування нафталіну

У пробірку вміщують декілька кристалів нафталіну і додають 5 крапель азотної кислоти (густина 1,4 г/мл). Вміст пробірки збовтують і нагрівають у киплячій водяній бані 1-2 хв. Отриманий гарячий розчин виливають у пробірку з холодною водою.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції утворення α -нітронафталіну і висновки.

Дослід 2. Сульфування нафталіну

У суху пробірку вміщують декілька кристалів нафталіну, нагрівають полум'ям пальника до плавлення, охолоджують. До затверділого нафталіну додають 5 крапель концентрованої сірчаної кислоти і нагрівають суміш при постійному збовтуванні до отримання однорідної маси. Охолоджують і додають 6 крапель води, знову трохи нагрівають і охолоджують до 10-12⁰С, при цьому виділяються кристали β - нафталінсульфо кислоти.

Дослід 3. Добування фенолфталеїну

У суху пробірку послідовно вміщують декілька кристалів фталевого ангідриду, 3 краплі рідкого фенолу та 1 краплю концентрованої сірчаної кислоти. Вміст пробірки нагрівають полум'ям пальника до появи темно-червоного забарвлення. Охолоджують і додають 5-6 крапель води. Одну краплю отриманого розчину наносять на шматок фільтрувального паперу (3х3 см) і очікують повного насичення паперу розчином та появи плями. В центр плями капають одну краплю 2Н розчину їдкого натру. Миттєво з'являється малиново-червоне забарвлення плями. До однієї частини плями додають 1 краплю 2Н розчину хлорводневої кислоти, до другої частини-розчин лугу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції добування фенолфталеїну, солі фенолфталеїну в лужному середовищі та висновки.

Дослід 4. Добування флуоресцеїну

У суху пробірку послідовно додають декілька кристалів фталевого ангідриду, в двічі більше резорцину та 1 краплю концентрованої сірчаної кислоти. Вміст пробірки обережно нагрівають у полум'ї пальника до появи темно-червоного забарвлення. Охолоджують і додають 5-6 крапель води для розчинення утвореного флуоресцеїну (оранжеве-червоне забарвлення). 2-3 краплі отриманого кислого розчину вміщують у пробірку та доливають воду майже до самого верху. *Залишок розчину флуоресцеїну зберігають для наступного дослід*у 5. Занотовують спостереження і додають 2 краплі розчину лугу. Знову занотовують спостереження (поява флуоресценції).

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції добування флуоресцеїну та його натрієвої солі в лужному середовищі, висновки.

Дослід 5. Бромовання флуоресцеїну

У пробірку вміщують 2 краплі оранжево-червоного кислого розчину флуоресцеїну (із дослідів 4) та 5 крапель насиченого розчину бромної води. Випадає жовтий осад тетрабромфлуоресцеїну (еозину). Вміст пробірки нагрівають до розчинення еозину. Після охолодження додають 4 краплі 2Н розчину їдкого натру, доливають майже до краю води і збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції добування еозину і висновки.

Контрольні запитання

1. Як пояснити появу рожевого забарвлення розчину фенолфталеїну в лужному середовищі?
2. Як пояснити зміну забарвлення розчину флуоресцеїну в лужному середовищі?
3. Як довести будову нафталіну?
4. Як можна використати аміно-, сульфопохідні нафталіну у виробництві барвників?
5. Як добувають α - та β -нафтоли?

Зміст

1. Лабораторний хімічний посуд та прилади	3
2. Лабораторна робота № 1. Методи очищення та виділення органічних сполук	7
3. Лабораторна робота № 2. Якісний та кількісний аналіз органічних сполук, визначення їх найважливіших констант	10
4. Лабораторна робота № 3. Насичені вуглеводні – алкани	14
5. Лабораторна робота № 4. Ненасичені вуглеводні – алкени, алкіни	16
6. Лабораторна робота № 5. Спирти і прості етери	20
7. Лабораторна робота № 6. Альдегіди і кетони	23
8. Лабораторна робота № 7. Одноосновні карбонові кислоти	27
9. Лабораторна робота № 8. Двоосновні карбонові кислоти	31
10. Лабораторна робота № 9. Складні естери карбонових кислот	33
11. Лабораторна робота № 10. Оксикислоти та кетоникислоти жирного ряду	37
12. Лабораторна робота № 11. Вуглеводи. Властивості моносахаридів	40
13. Лабораторна робота № 12. Властивості низькомолекулярних полісахаридів. Дисахариди (біози)	44
14. Лабораторна робота № 13. Властивості високомолекулярних полісахаридів	47
15. Лабораторна робота № 14. Азотовмісні сполуки жирного ряду	50
16. Лабораторна робота № 15. Білкові речовини	53
17. Лабораторна робота № 16. Ароматичні вуглеводні	57
18. Лабораторна робота № 17. Властивості фенолів	60
19. Лабораторна робота № 18. Ароматичні альдегіди, кетони, кислоти, оксикислоти	64
20. Лабораторна робота № 19. Ароматичні аміни	68
21. Лабораторна робота № 20. Діазосполуки та азобарвники	71
22. Лабораторна робота № 21. Багатоядерні ароматичні сполуки	74

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

з дисципліни "Органічна хімія» (для студентів 1-2 курсів денної форми навчання напряму 6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”), з дисципліни "Хімія." Модуль 2 "Органічна хімія" (для студентів 1-3 курсів заочної форми навчання напряму 6.040106 – “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”, для студентів 1 – 2 курсів денної та 1 – 3 курсів заочної форм навчання напряму 6.060103 – “Гідротехніка (водні ресурси)”), з дисципліни "Хімія" (для студентів 1 – 2 курсів денної та 1 – 3 курсів заочної форм навчання напрямів 6.060101 – “Будівництво”, 6.070101 – “Транспортні технології (за видами транспорту)”, 6.030601 – “Менеджмент”.

Укладачі: Ігор Іванович Ігнатов,

Ольга Олексіївна Мураєва,

Наталя Володимирівна Мокрицька,

Тетяна Павлівна Нат,

Сергій Вікторович Нестеренко,

Зайцева Інна Сергіївна

Редактор О. С. Кравцова

План 2009, поз. 167М

Підп. до друку 23.04.09	Формат 60×84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.- друк. арк. 3,0	Обл.- вид. арк. 3,5
Замовл. №	Тираж 100 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, вул. Революції, 12